BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben

von

Dr. Rud. Leuckart
in Leipzig.

und

Dr. Carl Chun
in Breslau.

Heft 17.

Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethiere,

zugleich ein Beitrag zur Stammesgeschichte dieser Thiergruppe.

Von

Professor Dr. Wilhelm Leche,

Director des zoologischen Instituts der Universität zu Stockholm.

Erster Theil: Ontogenie.

(Mit 19 Tafeln und 20 Textfiguren.)

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1895.

QL
858
L45
1895
T.1
MAMM

Case shelf

Zur Entwicklungsgeschichte

des

Zahnsystems der Säugethiere,

zugleich ein Beitrag zur Stammesgeschichte dieser Thiergruppe.

Von

Wilhelm Leche.

Erster Theil: **Ontogenie.**

Mit 19 Tafeln und 20 Textfiguren.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1895.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Einleitung 1

Heutiger Standpunkt unserer Kenntniss von der Ontogenese der Milch- und Ersatzzähne 6

Erinaceus europaeus 11

Unterkiefer 13

Oberkiefer 28

Zusammenfassung und Folgerungen 33

Ericulus setosus 45

Soricidae 47

Talpidae 50

Talpa europaea 50

Scalops aquaticus 51

Condylura cristata 54

Felis domestica 56

Canis familiaris 60

Phoca groenlandica 62

Ergebnisse und Folgerungen 66

Chiroptera 74

Phyllostoma hastatum 75

Desmodus rufus 77

Vesperugo serotinus 80

Cynonycteris aegyptiaca 80

Allgemeine Beziehungen zwischen den beiden Dentitionen bei Chiroptera 81

Marsupialia 83

Didelphys marsupialis 84

Myrmecobius fasciatus 89

Perameles nasuta 93

Trichosurus vulpecula 94

Phascolarctus cinereus 96

Halmaturus nalabatus 97

Ergebnisse und Folgerungen 101

Edentata 108

Tatusia 110

Bradypus 114

Tamandua tetradactyla 116

Manis tricuspis 116

Ergebnisse und Folgerungen 117

Cetacea 119

Phocaena communis 119

Balaenoptera borealis 122

Ergebnisse 122

Homo sapiens 124

Seite

Allgemeine Ergebnisse und Folgerungen 129

Zahnwall und Zahnfurche 129

Schmelzleiste 130

Schmelzkeim 131

Erscheinungen, welche bei der Abschnürung des Schmelzkeims von der Schmelzleiste auftreten . . 132

Welche Criterien zu unserer Verfügung stehen um zu entscheiden, ob in einem gegebenen Falle ein Zahn der ersten oder zweiten Dentition angehört 136

Der Begriff der Dentition 138

Die verschiedene Wirkungsart der Reduction in den beiden Dentitionen 142

Welcher Dentition gehören die Molaren an? 145

Repräsentanten einer dritten Dentition 148

Die Vor-Milchzähne 149

Uebersicht des Entwicklungsganges der vier bei den Säugethieren vorkommenden Dentitionen (Zahngenerationen) 150

Die Genese der vier Zahngenerationen 151

Kann eine Vermehrung der Zahnanzahl bei den Säugethieren stattfinden? 153

Die Verschmelzungshypothese 154

Rückblick 156

Verzeichniss der citirten Literatur 157

Berichtigungen.

Seite 5, Zeile 1 von oben statt ausgestorbenen, Repräsentanten lies ausgestorbenen Repräsentanten.

„ 8, „ 1 von unten statt dasselbe lies durch seine Arbeit.

„ 15, „ 2 „ „ „ Schmelzseite lies Schmelzleiste.

„ 25, „ 8 „ „ „ Jd 2 lies J 2.

„ 92, „ 2 „ „ „ diese „ dieses.

„ 104, „ 4 „ „ „ specialwärts lies specialisirt.

„ „ „ 13 „ „ „ hingegen lies hiergegen.

Einleitung.

Kein anderes Organsystem der Säugethiere hat in der zoologischen Literatur eine grössere Rolle gespielt, ist öfter geschildert und gedeutet worden als das Gebiss.

Dass die zoologische Systematik schon in ihren Anfängen dieses Organ für ihre Zwecke fleissig ausgenutzt hat, dass Angaben über das Gebiss in keiner „Diagnose" fehlen durften, kann bei einem so leicht zugänglichen und zugleich so auffallend wechselnden Organe nicht Wunder nehmen. Nur betreffs der Werthschätzung des Gebisses, ob dasselbe nur für die niederen, oder auch für die höheren Kategorien des Systems verwerthbar sei, sind die Meinungen auseinander gegangen. Während — um nur einige bezeichnende Beispiele anzuführen — Linné die Gattungen fast ausschliesslich und die Ordnungen in erster Linie und hauptsächlich nach dem Gebiss, in zweiter Linie nach der Fussbildung charakterisirte, hat Oken das Gebiss sogar zum obersten Eintheilungsprincip seines Systems der Säugethiere erhoben, indem er die letzteren in zwei Hauptgruppen sonderte: „untere Haarthiere mit Zahnlücken und gleichförmigen Backenzähnen, obere Haarthiere mit angeschlossenem Gebiss und ungleichförmigen Backenzähnen." Und was anderes als eine einseitige Ueberschätzung des Gebisses hätte wohl Giebel verleiten können, noch so spät wie im Jahre 1855 Monotremata und Edentata zu einer den übrigen gleichwerthigen Ordnung zu vereinigen. Auch in den modernen systematischen Arbeiten fehlen bekanntlich in den Diagnosen auch der höheren Kategorien Angaben über das Gebiss nur selten.

Naturgemäss spielt auf dem verwandten Gebiete der Paläontologie der Säugethiere jetzt wie früher das Zahnsystem die erste Rolle. Wir sehen denn auch, wie der Anstoss zum Aufbau einer „Odontographie" vorzugsweise von den Paläontologen ausging, denen sich erst später die eigentlichen vergleichenden Anatomen an die Seite stellten. So entstanden die zusammenfassenden und teilweise als vergleichend-anatomisch zu bezeichnenden Darstellungen von F. Cuvier, E. Rousseau, Blainville und Owen, unter denen zumal des letzteren „Odontography (1840—45)" von einschneidender Bedeutung für diesen Zweig der Morphologie wurde. Owen suchte weitere Gesichtspunkte zu gewinnen, wie beispielsweise schon aus seiner, übrigens ohne Anspruch auf systematische Bedeutung aufgestellten Eintheilung der Säugethiere in „Monophyodonten" und „Diphyodonten" (d. h. Säugethiere ohne und mit Zahnwechsel) hervorgeht; in der That schien diese den Entwicklungsverhältnissen entnommene Unterscheidung eine um so höhere Bedeutung beanspruchen zu können, als dieselbe mit der älteren, den Gestaltungsverhältnissen entlehnten Eintheilung in „Homodonten" und „Heterodonten" nach dem damaligen Standpunkte zusammenfiel.

Aber trotz dieser Errungenschaften und trotz der werthvollen Bereicherungen, welche sowohl die nach neueren Gesichtspunkten ausgeführten mehr allgemeinen Arbeiten von Hensel und

Tomes als auch die mehr einzelnen Gruppen gewidmeten, theilweise glänzenden Untersuchungen eines Rütimeyer, Flower, W. Kowalevski u. a. enthalten, gelang es der vergleichenden Anatomie des Zahnsystemes nur in geringem Maasse in den Gesichts- und Arbeitskreis der eigentlich vergleichenden Anatomie zu dringen; dieselbe hat sich jedenfalls bei weitem nicht der gleichen Theilnahme von Seiten der modernen Morphologie zu erfreuen gehabt wie andere Gebiete unserer Wissenschaft. Nirgends — es müsste denn in den entlegensten Winkeln der Entomologie oder Ornithologie sein — hat eine geistlose „Zoographie“ solche Orgien gefeiert, nirgends hat die Kenntniss die Erkenntniss so gewaltig überflügelt wie in den „Zahnbeschreibungen, während anderseits dilettantenhaft und ziemlich wohlfeil konstruirte „Zahnphilosophien“ um so üppiger wucherten, als bei Untersuchung des Gebisses nicht einmal die einfachste Präparation den kühnen Gedankenflug zu hemmen braucht. Kein Wunder, wenn das ganze Gebiet gewissermassen diskreditirt wurde.

Nach langer Zwischenzeit ist in den allerletzten Jahren ein Umschwung zu verzeichnen. Sowohl durch Anwendung allgemeinerer Gesichtspunkte und strengerer Vergleichungsmethoden als auch vornehmlich durch die an die älteren Untersuchungen Waldeyer's, Kölliker's und Kollmann's sich anschliessenden neuen Forschungen auf dem Gebiete der Zahnentwicklung ist das Interesse auch weiterer Kreise wieder an das Zahnsystem gelenkt worden. Es sind hier unter andern die Untersuchungen von Ryder, Cope, Winge, Thomas, Schlosser, Osborn, Röse und Kükenthal zu nennen. Noch sind allerdings der wirklich gesicherten Errungenschaften dieser Arbeit zu wenige und die Diskussion über viele Cardinalpunkte ist noch zu lebhaft, als dass eine Einigung in Bälde erzielt werden könnte. Wir müssen uns einstweilen mit der Zuversicht begnügen, dass ein allseitiges und methodisches Forschen, wie es nunmehr in Angriff genommen ist, den oder die Wege, welche zum Ziele führen, entdecken wird, wenn auch meiner Meinung nach diese Wege bedeutend länger und schwieriger sind, als man sich im allgemeinen vorstellt.

Bei kaum einem andern Organsysteme liegt die Gefahr Konvergenzerscheinungen mit Homologien zu verwechseln näher als beim Gebiss, denn kaum ein anderes ist weniger konservativ, giebt gefügiger und vollständiger auch den leisesten äusseren Impulsen nach. So treffen wir denn auch bei Thierformen, deren Verwandtschaftsbeziehungen durch die später erfolgte Untersuchung der übrigen Organisationsverhältnisse sicher erkannt sind, manchmal solche Umgestaltungen im Gebiss an, dass die auf letzteres gegründeten Ansichten über die Genealogie dieser Thiere sich als durchaus verfehlt erwiesen haben. Zum Beweise erinnere ich nur daran, wie auf Grund der Beschaffenheit des Gebisses die Viverride Arctictis zu den Procyoniden, die Procyonide Bassaris dagegen zu den Viverriden, die Viverride Eupleres zu den Insectivoren und endlich der Halbaffe Chiromys zu den Nagern gestellt worden sind. Ferner werden alle, welche sich eingehender mit der Morphologie des Gebisses beschäftigt haben, die Erfahrung gemacht haben, wie schwierig es gerade bei diesem Organsystem zu entscheiden ist, welches die primitivere und welches die mehr modernisirte Form ist, ob sich ein gegebenes Gebiss, respektive ein Theil desselben, in progressiver oder in regressiver Richtung bewegt.

Nichts desto weniger dürfte die morphologische Bewältigung und Erkenntniss des Zahnsystems schon aus dem Grunde als ein dringendes Desideratum der modernen Zoologie bezeichnet

werden können, als wir das Zahnsystem für die Feststellung der Genealogie der Säugethiere schlechterdings nicht entbehren können. Die Berechtigung dieser Forderung geht aus folgender Ueberlegung hervor. Erstens besitzen wir zur Zeit von den historisch ältesten d. h. den mesozoischen Säugethieren keine morphologisch brauchbareren Reste als das Gebiss, und da trotz der gewaltigen Mehrung der palaeontologischen Funde während der letzten Jahre noch nichts besseres zu Tage befördert worden ist, so sind die Aussichten auf künftige werthvollere Funde nicht gerade günstig; dasselbe gilt übrigens auch in Bezug auf recht viele tertiäre Formen. Die grösste Bedeutung des Gebisses aber als eine der hauptsächlichsten, wenn nicht die hauptsächlichste Handhabe für die Erschliessung des realen d. h. des historischen (geologischen) Vorganges bei der Entwicklung der Säugethiere liegt darin, dass das Gebiss — abgesehen theilweise vom Skelett — das einzige Organsystem der Wirbelthiere ist, an dem es möglich ist, die Ontogenese, wie sie sich im s. g. Milchgebiss manifestirt, mit wirklicher, historischer Phylogenese (d. h. Stammesgeschichte gestützt auf palaeontologische, nicht blos vergleichend-anatomische Befunde) direkt mit einander zu vergleichen. Mit andern Worten: wir sind im Stande die individuell frühere Entwicklungsstufe (d. h. Milchgebiss) mit der historisch früheren (fossile Formen) unmittelbar zu vergleichen, ganz abgesehen davon, dass selbst bei Thieren auf der historisch früheren Entwicklungsstufe auch die individuell frühere in zahlreichen Fällen der Untersuchung zugängig ist: hat man doch selbst bei einzelnen Säugethierkiefern der Juraperiode einen Zahnwechsel nachweisen können. Die eminente Bedeutung des Zahnsystems für die Genealogie der Säugethierwelt ist somit unbestreitbar — und nicht am wenigsten deshalb, weil wir in diesem Organsysteme, unter Voraussetzung richtiger Werthschätzung, durch einen vorzüglichen Prüfstein für die Tragweite des biogenetischen Satzes haben.

Meiner Ansicht nach muss es daher unsere nächste Aufgabe sein Criterien für die morphologische Werthschätzung des Zahnsystems zu gewinnen. Drei Hauptfragen sind es, die uns zunächst entgegentreten:

1) Nach welchen Gesetzen die Veränderungen des Zahnsystemes innerhalb natürlicher Thiergruppen vor sich gehen (also Criterien für die Entscheidung der Frage, ob im gegebenen Falle progressive oder regressive Entwicklung vorliegt, ob Krone oder Wurzel der conservativere Theil ist und dergleichen mehr).

2) Wie hoch der Grad der Uebereinstimmung ist, welche durch Convergenz geschaffen werden kann.

3) Besonders dringend ist zufolge der oben dargelegten Gesichtspunkte, die Erkenntniss der morphologischen Bedeutung des s. g. Milchgebisses und der Beziehungen desselben zum Ersatzgebisse sowohl in ontogenetischer als anatomischer Hinsicht, oder mit andern Worten: die Feststellung sowohl der embryologischen Entstehung und des Verhaltens der Milch- und Ersatzzähne zu einander während der Ontogenese, als auch der Anzahl und Gestaltung der Zähne des Milchgebisses verglichen mit denen des Ersatzgebisses.

Die hier kurz vorgetragene Auffassung betreffs der Untersuchungsmethode hat sich allmählich bei mir in der langen Zeit entwickelt, während welcher ich mich — allerdings mit vielen und langwierigen Unterbrechungen und oft unter ziemlich resultatlosem Umhertasten — bald mehr speciell bald um Bausteine für die Genealogie einzelner Säugethiergruppen zu beschaffen mit dem Studium des Zahnsystems beschäftigt habe. Ich hatte seit lange ein recht beträchtliches

Material für die Darstellung des Milchgebisses innerhalb mehrerer Säugethiergruppen gesammelt. Bald kam ich jedoch zur Einsicht, dass dieses Material so lange der rechten Beleuchtung entbehre, als die ontogenetischen Beziehungen zwischen Milch- und Ersatzzähnen nicht aufgeklärt wären, weshalb ich mich entschloss zunächst diese letztere Frage in Angriff zu nehmen. Alsdann suchte ich die gemachten Erfahrungen durch Herbeiziehen sowohl lebender als fossiler Formen phlylogenetisch zu verwerthen.

Mit der Veröffentlichung meiner Untersuchungen aber, von denen ich einige Theile schon seit Jahren abgeschlossen und in meinen Vorlesungen vorgetragen, habe ich immer noch gezögert, theils weil ich keine Uebereinstimmung zwischen dem von mir Geforderten und den erlangten Resultaten hatte erzielen können, theils weil mich folgender Umstand zurückhielt. Es könnte nämlich fast als eine logische Unmöglichkeit erscheinen, dass nicht eine der vielen und verschiedenartigen Anschauungen über die Phylogenie des Säugethiergebisses, welche im Laufe der letzten Jahre ausgesprochen worden sind, das Richtige getroffen haben sollte; es scheinen hier alle Möglichkeiten erschöpft zu sein. Aber kaum dürfte eine dieser einander widerstreitenden Ansichten sich rühmen können, eine solche Begründung erbracht zu haben, dass sie sich wesentlich über die übrigen oder über den Rang einer mehr oder weniger plausiblen Hypothese erhebt.

Erst als meine Untersuchungen soweit geführt waren, dass die Durchmusterung meines eigenen recht bedeutenden Materials sowie desjenigen meiner Vorgänger mich zu der Ueberzeugung gebracht hatte, dass wenigstens auf dem ontogenetischen Gebiete fortgesetztes Arbeiten kaum nennenswerte weitere Aufschlüsse principieller Art zu Tage fördern würde, entschloss ich mich in zwei 1892—93 erschienenen Aufsätzen (III und IV)[1]) einen vorläufigen Bericht meiner Untersuchungen zu veröffentlichen.

Den oben ausgesprochenen Erwägungen gemäss behandle ich im vorliegenden ersten Theile der definitiven Publikation die Ontogenie des Zahnsystems der Säugethiere, mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Milch- und Ersatzzähne, wie sich dasselbe aus der Untersuchung lückenloser Serienschnitte einer grössern Reihe von Säugethierformen und Altersstadien ergiebt. In diesem Theile werde ich nur auf solche phylogenetische und allgemein morphologische Fragen eingehen, welche sich unmittelbar aus den dargelegten ontogenetischen Thatsachen ergeben oder mit diesen in unmittelbarem Zusammenhange stehen. Auch die histogenetischen Vorgänge werden nur in dem Maasse berücksichtigt werden, als sie im Stande sind, das Verständniss der morphologischen Befunde zu fördern.

Während sich bisher unsere Kenntniss von der Ontogenie des Gebisses auf die Untersuchung einzelner weniger und meist unabhängig von einander untersuchter Thierformen stützte, liegt meiner Arbeit das Bestreben zu Grunde, durch zusammenhängende Untersuchungen einer grössern Formenreihe eine Uebersicht über die Entwicklungsmodi zu gewinnen, Unwesentlichkeiten zu eliminiren und so wo möglich eine Basis zu schaffen, von der aus wir mit Aussicht auf Erfolg weiter arbeiten können.

Diesem ersten wird ein zweiter Theil folgen, zu welchem die Vorarbeiten theilweise schon abgeschlossen sind. In diesem werden, unter steter Berücksichtigung und Benutzung der ontogenetischen Ergebnisse das — fertige Milchgebiss, sein Verhalten zum Ersatzgebiss bei möglichst

[1]) Vergleiche das Verzeichniss der citirten Litteratur am Schlusse dieses Theiles.

vielen lebenden und ausgestorbenen, Repräsentanten einzelner geeigneter Säugethierordnungen dargelegt werden, um dann aus diesen Befunden Einsicht in die Umgestaltungsgesetze des Zahnsystems immer weiterer und weiterer Formenkreise zu gewinnen und schliesslich unter kritischer Berücksichtigung der Gesammtorganisation die gewonnenen Resultate genealogisch zu verwerthen.

Die in diesem ersten Theile niedergelegten Untersuchungen sind an lückenlosen Schnittserien von folgenden 28 Thierarten gewonnen:

Insectivora: Erinaceus europaeus,
Ericulus setosus,
Sorex vulgaris,
Crossopus fodiens,
Talpa europaea,
Scalops aquaticus,
Condylura cristata.

Carnivora: Felis domestica,
Canis familiaris,
Phoca groenlandica.

Chiroptera: Phyllostoma hastatum,
Desmodus rufus,
Vesperugo serotinus,
Cynonycteris aegyptiaca.

Marsupialia: Didelphys marsupialis,
Myrmecobius fasciatus,
Perameles nasuta,
Trichosurus vulpinus,
Phascolarctus cinereus,
Macropus ualabatus.

Edentata: Tatusia peba,
„ hybrida,
Bradypus sp.,
Tamandua tridactyla,
Manis tricuspis,

Cetacea: Phocaena communis.
Balaenoptera borealis,

Primates: Homo sapiens.

Wie man erkennen dürfte, sind die von mir untersuchten Formen so zahlreich und so gewählt, dass die auf denselben basirte Untersuchung eine Uebersicht über die wichtigeren Modificationen der Entwicklung des Säugethiergebisses zu geben geeignet ist. Nagethiere und Hufthiere sind aus mehreren Gründen absichtlich ausgeschlossen; für Halbaffen hoffe ich später genügendes Material, das mir bis jetzt fehlte, beschaffen zu können.

Von den meisten Tieren sind mehrere Stadien untersucht worden, wie weiter unten bei den betreffenden Formen näher angegeben wird. Ausserdem sind Schnittserien mehrerer Stadien von Siredon pisciformis, Anguis fragilis, Lacerta vivipara und Iguana tuberculata (IV) zur Vergleichung herangezogen worden.

Was die technische Behandlung des Materials betrifft, so war diese fast ausnahmslos: Entkalkung in Salpetersäure von verschiedenem Procenthalt, Durchfärbung in toto meist mit Boraxcarmin, Einbettung in Paraffin und Zerlegung in Schnittserien mit Jung's oder Becker's Mikrotomen.

Sämtliche Zeichnungen sind mit Hilfe der Camera lucida entworfen; alle sind directe und getreue Abbildungen der Schnitte und — wo nicht das Gegenteil besonders bemerkt — weder schematisirt noch combinirt.

Der grösste Theil des meistens sehr schwer zu beschaffenden Untersuchungsmaterials für diesen ersten Band gehört dem zootomischen Institut der Universität zu Stockholm an. Anderes verdanke ich dem gütigen Entgegenkommen der Herren Professor Bergendal-Lund, Fischereidirektor Feddersen-Kjöbenhavn, Dr. Haakanson-Stockholm, Dr. Jägerskiöld-Upsala, Freiherr v. Klinckowström-Stockholm, Professor Lütken-Kjöbenhavn, Colonialdirektor Müller-Grönland, Professor Stirling-Adelaïde und Dr. Winge-Kjöbenhavn.

Einen namhaften Beitrag zur Herstellung der Tafeln, welche diesen Theil begleiten, verdanke ich meinen Freunden Herrn und Frau Professor Retzius in Stockholm.

Meinen aufrichtigen Dank sage ich hier auch meiner Zeichnerin, Fräulein Hilma Bundsen, welche mit nie ermüdender Sorgfalt den allergrössten Theil der Abbildungen hergestellt hat.

Schliesslich bezeuge ich den Herren Herausgebern und Verleger der Bibliotheca zoologica" meinen Dank für die Liebenswürdigkeit, mit welcher sie auf meine Wünsche eingegangen sind.

Bevor ich zur Darlegung der eigenen Untersuchungen schreite, dürfte eine Uebersicht über

den heutigen Standpunkt unserer Kenntniss von der ontogenetischen Entstehung der Milch- und Ersatzzähne,

um die springenden Punkte hervorheben zu können, hier am Platze sein.

Wenden wir uns zunächst zu der Frage nach der *ersten Anlage und Entwicklung der Zähne*, so ist, da die Ansichten der ältern Forscher Goodsir, Guillot, Robin & Magitot jetzt nur noch historisches Interesse beanspruchen können, im Anschluss an Marcusen & Huxley zuerst von Kölliker (1) an Kälbern und Schafen und bald darauf auch von Waldeyer, Hertz und Kollmann an Menschen und an denselben Säugethieren nachgewiesen worden, dass die Entwicklung der Zähne mit der Bildung eines besondern epithelialen Organes beginnt, welches Kölliker, Hertz, Waldeyer den Schmelzkeim, Baume die Primitivfalte, Schwink, Röse u. a. die Zahnleiste oder Schmelzleiste, Pouchet & Chabry lame dentaire nennen. Dasselbe stellt in jeder Kieferhälfte einen zusammenhängenden, mehr oder weniger platten Fortsatz des Mundhöhlenepithels dar, welcher sich in das unterliegende Mesoderm einsenkt. Röse hat dann viel später (I, pag. 481) die erste Anlage der Zahnleiste beim Menschen als eine auf Durchschnitten halbkugelige, aus noch nicht differenzirten, rundlichen Zellen bestehende Wucherung des Kiefer-epithels näher präcisirt; auch hob R. ebendaselbst hervor, dass die „eigentliche" Zahnleiste und die Lippenfurchenleiste, wie R. die Epithelialleiste bezeichnet, aus welcher durch Resorption der oberflächlichen Schichten des Epithels später das Vestibulum oris entsteht, aus einer gemeinsamen Anlage hervorgehen, wie schon früher Baume (pag. 64) die Schmelzleiste „ganz in der Nähe

der Lippenfurche, gewöhnlich von dieser aus“ auftreten lässt. Neuerdings will Röse (II pag. 3) das erste Auftreten einer Zahnanlage bei Säugethieren noch weiter zurückverlegen, indem er im Anschluss an das Vorkommen von frei über die Schleimhaut hervorragenden Papillen auch bei Amnioten noch Anklänge an dieses jedenfalls primäre Verhalten beschreibt: „die erste Spur der Zahnleiste zeigt sich bei allen Säugethieren in Gestalt einer auf Schnitten spindelförmigen Anschwellung des Kieferepitheles. Beim Menschen speciell haben sich theilweise in der Ontogenese noch primitivere Zustände erhalten, indem ungefähr am 34. Tage nach der Befruchtung im Verlaufe der sich anlegenden Zahnleiste zwei deutlich über die Oberfläche hervorragenden epithelialen Papillen auftreten. Nach wenigen Tagen schon sind dieselben allerdings wieder zurückgebildet und senken sich im Vereine mit dem übrigen Theile der Zahnleiste ins Kiefermesoderm ein.“ Mit Rücksicht auf diese Beobachtungen bezeichnet Röse (III pag. 198) die über das Niveau der übrigen Schleimhaut hervorragende ursprüngliche Epithelialverdickung der Kieferränder als primäre Zahnleiste im Gegensatz zur secundären eingewucherten.

Aus Kölliker's (II pag. 822, Fig. 496) Arbeit ist ziemlich allgemein in die gebräuchlichen Hand- und Lehrbücher die Angabe übergegangen, dass eine s. g. *Zahnfurche* gleichzeitig mit der Zahnleiste erscheint. Auch das Vorkommen eines *Zahnwalles*, einer Verdickung des Epithels oberflächlich von der Zahnleiste, ist bis vor kurzem als eine typische Begleiterscheinung der ersten Zahnanlage dargestellt worden (vergleiche Tomes-Holländer Fig. 58, 1). Die neueren Untersuchungen von Pouchet & Chabry über das Verhalten bei mehreren Säugern und von Waldeyer, Kollmann und Röse (I) beim Menschen haben jedoch dargethan, dass weder Zahnfurchen noch Zahnwall wesentliche Beziehungen zur Entwicklung der Zähne haben, und dass beim Menschen ein Zahnwall, wie er von Kölliker bei Wiederkäuern im Bereiche der Backenzähne beschrieben wurde, zu keiner Zeit existirt, sowie endlich dass die frühest beim Menschen auftretende Furche die Lippenfurche ist. Was beim Menschen als Zahnfurche und Zahnwall bezeichnet werden könnte, tritt viel später auf, wenn die Milchzähne schon einen beträchtlichen Ausbildungsgrad erreicht haben.

Die erste Differenzirung der einzelnen Zähne — bei den höheren Säugern somit der Milchzähne — wird einstimmig als eine Verdickung des tiefern Theils der Schmelzleiste an den Stellen, wo die zuerst auftretenden (Milch-)Zähne später zu stehen kommen, dargestellt. Diese kolbigen Verdickungen sind die ersten Differenzirungen der Schmelzkeime (Schmelzorgan bei Kölliker, Hertz, Waldeyer u. a.), während der nicht erweiterte, oberflächliche Theil der Schmelzleiste, vermittelst welcher der Schmelzkeim noch mit dem Mundepithel im Zusammenhange steht, als „Hals des Schmelzkeims“ bezeichnet wird. In diese kolbenförmigen Verdickungen der Schmelzleiste stülpen sich Mesodermpapillen, die Zahnbeinkeime oder Zahnpapillen nach Kölliker (Zahnkeime oder Dentinkeime nach Hertz) ein, wodurch die kolbenförmigen Schmelzkeime in kappenförmige umgebildet werden. Beim Menschen hat Röse (I) nachgewiesen, dass die Mesodermpapillen sich nicht am tiefsten Punkte der verdickten Leiste sondern mehr zeitlich einstülpen. Während somit nach der hier vorgetragenen Auffassung den Mesodermpapillen bei diesem Vorgange die active Rolle zufällt, macht neuerdings Röse (II, III) geltend, dass umgekehrt das Epithel das active Element sei, welches glockenförmig einen Mesodermzapfen umwächst, wodurch der Zahnbeinkeim entsteht.

Die Auffassung *der Bedeutung des Schmelzkeims* ist durch die neueren Untersuchungen wesentlich modificirt worden. v. Brunn's Untersuchungen haben nämlich festgestellt und diese

Auffassung ist später von Röse (I, IV) und Ballowitz erweitert worden dass bei der Entwicklung der schmelzführenden Zähne der untere Rand des Schmelzkeimes stetig weiter über die Schmelzregion als s. g. Epithelscheide herüber wuchert, entsprechend der Form der spätern Wurzel; bei den immer wachsenden Zähnen der Nagethiere und Edentaten geht die Epithelscheide nicht zu Grunde, sondern erhält sich zeitlebens an der Basis der Zahnpapille, von welchem Punkte der Zahn während des ganzen Lebens nachwächst. Hierdurch wurde die Ansicht begründet, dass die Schmelzbildung nicht die einzige und wichtigste, ja kaum die primäre Aufgabe des Schmelzkeims sein kann, sondern dass dieselbe vielmehr „die formbildende, das Wachsthum des Zahnes regulirende ist, und somit die Matrize für die spätere, erst durch die Odontoblasten zu schaffende Dentinmasse ist."

Bezüglich *des Verhaltens der Milch- und Ersatzzähne zu einander während der Ontogenese* haben die neueren Untersuchungen ein von den ältern Angaben wesentlich abweichendes Resultat ergeben. Waldeyer — abgesehen von einer von ihm später verlassenen Darstellung — und Kölliker geben an, dass „schon bei der ersten Anlage des Schmelzorganes an der medialen Seite des letztern ein Fortsatz sich findet, der entweder vom Halse des Schmelzkeimes oder auch von einer tieferen Partie desselben ausgeht und zum Schmelzorgan des bleibenden Zahnes wird" (Waldeyer pag. 350). Hertz glaubt bei Schweins-, Rinds- und Hundsembryonen ausser der Entstehungsweise aus dem Halse des Schmelzorganes auch noch eine andere gefunden zu haben, indem er „schon bei der ersten Anlage des primären Schmelzkeims (= Schmelzleiste) nicht eine einfache Wucherung, sondern eine doppelte" beobachtete, von welcher dann der „Schmelzkeim" sowohl für den Milch- als für den bleibenden Zahn hervorgeht. Kollmann, welcher die fraglichen Verhältnisse bei Hund, Katze, Schwein und vorzugsweise beim Menschen untersuchte, weist den letztgenannten von Hertz angenommenen Entwicklungsmodus zurück und schliesst sich zunächst der Darstellung Waldeyer's und Kölliker's an. Wenn auch, nach einigen Aeusserungen zu urtheilen, der intime Zusammenhang zwischen Anlage des Ersatzzahns und der Schmelzleiste Kollmann nicht entgangen war, so ist doch aus den genannten Arbeiten kaum eine andere Vorstellung zu gewinnen, als dass der Schmelzkeim des Ersatzzahns in eine Art Abkömmlingsschaft zum Schmelzkeim des Milchzahns steht, wie ja diese Auffassung auch unbeanstandet selbst in die neuesten Hand- und Lehrbücher (wie Stöhr's Histologie und Flower-Lydekker's Mammalia) übergegangen ist. In nicht misszudeutender Weise wird auch in den neueren Originalarbeiten von Tomes-Holländer und Morgenstern diese Ansicht vertreten. Es ist unstreitig Baume's Verdienst, zuerst (1882) ausdrücklich — und wie es scheint unabhängig von den in derselben Richtung gehenden ältern Beobachtungen Kollmann's — gegen die Auffassung von der Entstehung des Ersatzzahns als Sprössling des Milchzahns aufgetreten zu sein und das von früheren Verfassern stets als Schmelzkeim des bleibenden Zahns beschriebene Gebilde als das Ende der Schmelzleiste erkannt zu haben. Baume, welcher mehrere Säugethiere untersucht hat, kommt zu dem Ergebniss, dass kein Zahn der Abkömmling eines andern ist, dass vielmehr alle Zahnanlagen von einer gemeinsamen Primitivfalte abstammen. Baume schmälert aber wesentlich sein Verdienst durch die Aufstellung der Behauptung, dass die von frühern Forschern als Schmelzkeime der Ersatzzähne gedeuteten Theile niemals zur Ausbildung gelangen, sondern zu Grunde gehen. Die bleibenden Zähne lässt B. „ziemlich nahe unter dem Zahnfleische aber an ganz anderer Stelle als die vermeintlichen Zahnkeime" aus Resten der Schmelzleiste entstehen. Trotz dieser und mancher andern ebenso unbegreiflichen Angaben hat Baume dasselbe in nicht zu unterschätzender Weise

die Ausbildung des fraglichen Forschungszweiges gefördert; konnte es doch 1883 von Gegenbaur als eine erste „genetisch zusammenhängende Darstellung“ des Zahnsystemes und als „im hohen Grade anregend, die Erkenntniss und das Verständniss des Gebisses der Säugethiere fördernd“ bezeichnet werden.

Pouchet & Chabry, welche verschiedene Säugethiere untersuchen, wenden sich — unabhängig von Baume, dessen Arbeit die französischen Forscher nicht gekannt haben — ebenfalls gegen die von den ältern Untersuchern vertretene Auffassung, dass die „pédicules secondaires“ Abkömmlinge der Schmelzorgane der Milchzähne seien und deuten dieselben als „prolongements descendants de la lame dentaire au niveau de ces organes“ (nämlich der „premiers organes adamantines“). Mittheilungen über die weitere Entwicklung der Ersatzzähne haben jedoch Pouchet & Chabry nicht gemacht.

Die von Baume geltend gemachten Ansichten wurden zunächst von Schwink an Repräsentanten einiger Säugethierordnungen einer Nachprüfung unterworfen. Nach S. ist allerdings Baume's Annahme völlig begründet, dass die Milch- und Ersatzzähne sich nicht von einander sondern neben einander entwickeln; er betont aber anderseits, dass der Schmelzkeim des Ersatzzahnes sowohl mit der Schmelzleiste als auch mehr oder weniger direct mit dem Schmelzkeim des Milchzahns zusammenhängt. Baume's Annahme von der Entstehung der Ersatzzähne aus oberflächlichen Epithelresten weist er zurück.

Vollständig lückenlose Schnittserien verschiedener Entwicklungsstadien vom Menschen setzten Röse in den Stand, die hier besprochenen Beziehungen, was das fragliche Object betrifft, in vortrefflicher Weise zu beleuchten. Die Anlage des Schmelkeimes des Ersatzzahnes wird ebenso wie bei den zuletzt angeführten Autoren als das tiefe Ende der Schmelzleiste aufgefasst, welches bei dem Abschnürungsprocess der Milchzähne ungehindert weiter in die Tiefe wachsen kann. Den oft als „Hals des Schmelzkeims“ bezeichneten Theil hat R. als „Verbindungsbrücke“ der Milchzähne mit der Leiste in morphologisch exakterer Weise aufgefasst. „Die Milchzähne sitzen an der Zahnleiste in ähnlicher Weise wie Schwalbennester an einem Brette.“ Der Rückbildungsprocess der Zahnleiste vollzieht sich nach R. der Art, dass zuerst in der 24. Woche des Embryonallebens im Bereiche der Vorderzähne die Zahnleiste zu einer vielfach siebartig durchlöcherten, mit Zacken und Vorsprüngen versehenen Platte wird; neben den Backenzähnen ist sie dagegen noch ganz glatt und wenig durchlöchert. Der freie Rand der Zahnleiste hat vom Anfang an einen wellenförmigen Verlauf. „Die Milchzähne sitzen (in diesem Alter) vor und etwas medial von den undurchlöcherten und verdickten Wellenbergen.“ Diese Verdickungen, welche also den „sekundären Schmelzorganen der bleibenden Zähne“ bei Kölliker etc. entsprechen, umwachsen allmählich die Zahnpapillen der bleibenden Zähne.

Mit diesen Vorgängen hängt die Frage nach der *Entstehung der Molaren* auf das Innigste zusammen. Magitot lehrte, dass beim Menschen der zweite Molar aus dem Halse des ersten, der dritte in ähnlicher Weise aus dem zweiten hervorgehe. Nach Kollmann's Untersuchungen gehen dagegen aus dem Schmelzkeim des ersten Molaren die beiden übrigen hervor. Wie wenig Zutrauen oder Beachtung diesen Angaben zu Theil wurde, erhellt schon daraus, dass Kölliker (III) noch 1880 behaupten konnte: „wie die Säckchen der drei letzten Backzähne sich entwickeln, ist noch nicht untersucht; doch ist wahrscheinlich, dass dieselben ganz selbständig wie diejenigen der Milchzähne aus dem hintersten Theile des primitiven Schmelzkeims sich entwickeln.“ Während aber noch Morgenstern die Schmelzkeime des ersten und dritten Molaren direct aus der Schmelz-

leiste, des zweiten aus dem Schmelzkeime des ersten Molaren entstehen lässt, hat Röse (I) durch seine Untersuchungen Kölliker's Annahme zur Gewissheit erhoben.

Meine eigenen vorläufigen Mittheilungen (III, IV), welche 1892—93 erschienen sind, und in denen die Mehrzahl der in der folgenden Darstellung niedergelegten Befunde kurz besprochen worden sind, sowie einige andere etwa gleichzeitig mit diesen veröffentlichten Arbeiten sind hier nicht berücksichtigt worden, da sie zweckmässiger im folgenden Abschnitt behandelt werden.

Ich bemerke ausdrücklich, dass die vorhergehende Darstellung in keiner Weise beansprucht, eine erschöpfende Historik der Litteratur auf dem fraglichen Gebiete zu sein, sondern lediglich bezweckt, eine möglichst objective Orientirung über den bisherigen Entwicklungsgang solcher Fragen zu geben, welche eine allgemeinere morphologische Bedeutung haben.

Die in der Litteratur niedergelegten Angaben über „dritte Dentition," „überzählige Zähne," ebenso wie die Erörterungen über die morphologische Bedeutung des Milchgebisses dem Ersatzgebisse gegenüber und andere Gegenstände, welche in irgend einem Zusammenhange mit obigen Fragen stehen, werden zweckmässiger zusammen mit der Darlegung meiner eigenen Untersuchungen behandelt werden.

Zum aller grössten Theile völlig unabhängig von den Ergebnissen der erwähnten Untersuchungen hat sich allmählich ein grosses Material zur Kenntniss der Anzahl und Form der fertigen Milchzähne bei verschiedenen Thierformen in der Litteratur angesammelt. Dasselbe verdankt seine Entstehung nur zum kleineren Theil mehr speciell auf odontologische Fragen gerichteten Untersuchungen; zum grössten Theil wurden diese Beobachtungen mehr gelegentlich im Dienste der Systematik gemacht und in zoographischen Schriften niedergelegt. Von dieser Litteratur giebt Winge (I) ein bis 1882 einigermaassen vollständiges Verzeichniss. Es empfiehlt sich diese Litteratur erst im Zusammenhange mit den betreffenden einzelnen Thierformen, welchen meine eigenen Untersuchungen in diesem und dem folgenden Theile gelten, zu besprechen.

Erinaceus europaeus.

Sowohl äussere practische Gründe als auch theoretische Erwägungen bestimmten mich Erinaceus europaeus als Ausgangspunkt für meine Studien über den Entwicklungsmodus des Säugergebisses zu wählen. Einmal lag mir vom besagten Thiere eine genügende Anzahl gut conservirter Exemplare in verschiedenen Entwicklungsstadien vor. Vom theoretischen Gesichtspunkte aus musste ein Mitglied der Insectivorenordnung und innerhalb dieser wieder ein Erinaceide schon desshalb als ein besonders günstiges Object erscheinen, als diese Thiere in mehreren Organisationsverhältnissen ein primitiveres Gepräge als die Mehrzahl der übrigen Placentalier bewahrt haben. Alsdann liegt für die Erinaceidae ein paläontologisches Material vor, welches uns einen ziemlich vollständigen Einblick in die Urgeschichte dieser Thiere und zugleich eine willkommene Ergänzung und eine Controlle der auf ontogenetischem und vergleichend-anatomischem Wege erschlossenen Thatsachen giebt. Wenn auch nach meinen Untersuchungen die Angaben eines der letzten Untersucher, Tauber (I), nach welchem der Zahnwechsel in zwei getrennte Perioden, eine intra- und eine extrauterine, zerfällt, und somit interessante Beziehungen zu niedern Zuständen vermuthet werden könnten (siehe unten), sich als gänzlich verfehlt herausgestellt haben, so hat sich, wie aus der folgenden Darstellung hervorgeht, Erinaceus nichts desto weniger als ein für die Deutung des Entwicklungsmodus des Säugethiergebisses in hohem Maasse lehrreiches Object erwiesen.

Eine ganze Reihe von Forschern hat sich mit der Zahnentwicklung, resp. dem Milchgebiss des Igels beschäftigt. Indem ich nur die selbständigen Untersuchungen berücksichtige, ist — wenn man von der Angabe Cuvier's (p. 242) absieht, dass Laurillard einen Zahnwechsel beim Igel gesehen — zunächst Rousseau (II pag. 333) zu nennen, welcher zuerst die Milchzähne beim Igel geschildert hat. R. schreibt dem Igel ein vollständiges Milchgebiss zu, d. h. alle Ante-Molaren[1]) werden gewechselt; abgesehen von der Grösse sind die Milchzähne den Ersatzzähnen ähnlich. Während dann Blainville 1839 (pag. 63) bei Erinaceus das Vorkommen eines Zahnwechsels gänzlich verneint und Sundevall (pag. 220) 1842, ebenfalls ohne die Angaben seiner Vorgänger zu kennen, zwei Milchzähne beschreibt, hat Owen (pag. 423) beim Embryo — wahrscheinlich im Oberkiefer — fünf verkalkte Zahnanlagen jederseits gefunden, welche er als Milchzähne deutet. Auch Blasius (pag. 153) hat einige schwer zu deutende Angaben über Milchzähne gemacht. Eine genaue Darstellung des Milchgebisses und des Verlaufes beim Zahnwechsel hat zuerst 1871 Sahlertz gegeben. Er findet, dass von den Ante-Molaren jederseits vier, resp. fünf obere und

[1]) So bezeichne ich hier und im Folgenden alle vor den Molaren stehenden Zähne, einerlei ob Milch- oder Ersatzzähne.

zwei untere gewechselt werden; der Zahnwechsel ist postfoetal und vollzieht sich vor dem ersten Winterschlaf. Im folgenden Jahre veröffentlichte Tauber (1) eine Abhandlung, in welcher er (pag. 244—248) nachzuweisen sucht, dass sämmtliche Ante-Molaren gewechselt werden und dass dieser Zahnwechsel in zwei Perioden, eine intra- und eine extra-uterine, zerfällt. Von den intra-uterinen Milchzähnen, welche vor oder unmittelbar nach der Geburt verschwinden, erfahren wir, dass sie, die im Oberkiefer dem dritten Schneide-, dem Eckzahn und den vordersten Prämolaren im Unterkiefer dem zweiten Schneide-, dem Eckzahn und dem vordersten Prämolaren vorhergehen, aber klein sind, keine geschlossenen Wurzeln entwickeln und mit Ausnahme des obern Eckzahns und vordern Prämolars nur „gehemmte Dentinanlagen" sind; Abbildungen dieser Zahnanlagen werden ausser vom obern Prämolaren (Taf. XI Fig. 3d) nicht gegeben. Vollständiger werden die übrigen, die extra-uterinen Milchzähne beschrieben und abgebildet; diese sowie den obern Milcheckzahn hatte Sahlertz bereits beobachtet. Winge (I pag. 23) wiederholt nur die Angaben Tauber's, während Dobson (pag. 38) und Huxley (pag. 655) mit Rousseau übereinstimmen. Auch bei Baume (pag. 216) findet man die Behauptung — ob er sich auf eigene oder anderer Untersuchungen stützt, wird nicht erwähnt —, dass „der Igel ein aus 24 Zähnen bestehendes Michgebiss besitzt, welches functionirt, bis das Thier ausgewachsen ist". Schlosser (I pag. 87) macht nach Beobachtungen an Erinaceus auritus und aethiopicus dieselben Angaben, hat aber auf meine Anfrage mir gütigst mitgeteilt, dass er bei nochmaliger Untersuchung nur den oberen Id 1, sowie den oberen und unteren Pd 4 nachweisen konnte. Schliesslich habe ich noch Schwink zu erwähnen, den einzigen, welcher bisher die Zahnanlagen des Igels auf Schnitten untersucht hat. Er hat aber nur ein Stadium beobachtet; seine Arbeit giebt weder Aufschluss über die Anzahl der Milchzähne noch über die Beziehungen der letzteren zu den Ersatzzähnen.

Obgleich über das Milchgebiss des Erinaceus eine grössere Anzahl Beobachtungen vorliegt als über dasjenige der anderen Insectivoren, so widersprechen doch die Angaben bis hinab auf die aller neuesten sich, wie wir gesehen haben, in dem Maasse, dass man aus ihnen nicht einmal betreffs einer scheinbar so leicht zu beantwortenden Frage, wie die nach der Anzahl der Milchzähne ist, sichern Aufschluss erhält. Die Fragen, welche ich an diesem Objecte zu lösen hatte, waren somit nicht nur allgemeiner und principieller Natur, sondern galten auch den der vorliegenden Thierform eigenthümlichen Verhältnissen.

Um den Leser in den Stand zu setzen, unbehelligt von jeder Doctrin, sich an einem besonders geeigneten Objecte eine möglichst exacte und sachliche Vorstellung von den Vorgängen bei der Entwicklung sämmtlicher Zähne, wie dieselbe aus dem Studium vollständiger Schnittserien sich ergiebt, machen zu können, werden im Folgenden die verschiedenen Stadien zuerst im Unterdann im Oberkiefer vom jüngsten zum ältesten einzeln beschrieben, also in derselben Weise, wie sie empirisch zur Untersuchung gelangt sind. Nur bei Erinaceus werden die allgemeinen Entwicklungsphasen der Zähne beschrieben, bei den übrigen Thieren aber nur dann erwähnt, wenn sie Abweichendes darbieten. Die Deutung der kritischen Vorgänge wird erst da gegeben, wo die vorgeführten Thatsachen solche von selbst veranlassen, wobei dann auch die in früheren Publicationen enthaltenen Ergebnisse sowohl allgemeiner als mehr specieller Natur Berücksichtigung finden. Um das Verständniss zu erleichtern, wird auch auf den zeitigern Stadien die

Zahnanlage mit der definitiven Bezeichnung belegt, obwohl deren Berechtigung natürlich erst aus dem Studium der spätern Stadien erhellt.

Für das normale, persistierende[1]) Gebiss des Igels wähle ich folgende Formel:

$$\frac{I\,1,\ I\,2,\ I\,3,\ C,\ P\,2,\ P\,3,\ P\,4,\ M\ 1\text{—}3}{I\,2,\ I\,3,\ C,\qquad P\,3,\ P\,4,\ M\ 1\text{—}3.}$$[2])

wobei mit I die Schneide-, mit C die Eckzähne, mit P die Prämolaren und mit M die Molaren, die entsprechenden „Milchzähne" aber als Id, Cd und Pd bezeichnet werden. Die morphologische Richtigkeit dieser Formel ergiebt sich theils aus der folgenden ontogenetischen, theils – nämlich was die Homologisirung der Prämolaren betrifft — erst aus der phylogenetischen Untersuchung.

Vollständige und lückenlose Schnittserien habe ich von folgenden verschiedenen Entwicklungsstufen untersucht:

A:	Embryo, Scheitel-Steisslänge	10 Mill.
A¹:	„ „ „	12 „
B:	„ „ „	14 „
B¹:	„ „ „	16 „
C:	„ „ „	23 „
D:	„ „ „	38 „
E:	„ „ „	43 „
F:	Neugebornes Junge, Länge von der Schnauzenspitze zum Anus	55 „
G:	Junges Thier, Länge do.	74 „
H:	„ „ „ „	83 „
J:	„ „ „ „	140 „

Von allen Stadien (ausser einem Oberkiefer) wurden Frontal-, von einigen zur Controlle auch Sagittal- oder Horizontalschnitte angefertigt.

Unterkiefer.

Stadium A und A¹.

Bei dem jüngsten der aufgeführten Embryonen (A) geht die Schmelzleiste als eine fast gleichmässig breite und tiefe, ununterbrochene Leiste durch die ganze Kieferlänge. Bei A¹ ist insofern eine Differenzierung eingetreten, als die Schmelzleiste[3]) im vordern Kiefertheile schwächer ist, dann eine Verdickung und Vertiefung (knospenförmiger Schmelzkeim, siehe Note pag. 14) aufweist, um dann wieder gleichförmig und ununterbrochen sich fortzusetzen.

Stadium B und B¹.

Bei diesen beiden Individuen, welche fast völlig übereinstimmen, so dass sie zusammen behandelt werden können, stellt die Schmelzleiste im vordern Kiefertheile eine seichte, verhältnissmässig breite Einwucherung der tiefern Lagen des Ektoderms in das unterliegende Mesoderm dar (Fig. 1).

[1]) Unter persistierendem Gebiss verstehe ich dasjenige, welches normaler Weise während der Lebenszeit des Thieres keine weiteren Veränderungen in seiner Zusammensetzung erleidet.

[2]) Bezüglich der in dieser Formel von meinen früheren Mittheilungen (III pag. 508) abweichenden Angaben vergleiche unten den Abschnitt: Zusammenfassung und Folgerungen.

[3]) In Betreff der von mir gebrauchten Terminologie verweise ich auf das oben (pag. 6—9) Mitgetheilte.

Jedenfalls existirt eine continuirliche Verbindung der Schmelzleisten beider Seiten, wenn auch meine Präparate in Bezug auf diesen Punkt keine völlig beweisenden Bilder geben. Die tiefste Epithelschicht ist noch nicht ganz so deutlich von den überliegenden Epithelzellen geschieden d. h. ihre Zellen haben noch nicht die ausgeprägt cylindrische Form angenommen wie es auf späteren Stadien der Fall ist, immerhin zeichnen die Zellen sich schon durch stärkere Aufnahme des Carmins aus. Bemerkenswerth ist die bedeutende Verdickung des Ektoderms, welche unmittelbar labialwärts vom Abgange der Schmelzleiste auftritt. Ausserdem verdient eine hier noch ziemlich schwache, weiter hinten stärkere Furche, in dem dickern, labialwärts gelegenen Epitheltheile des Kiefers Beachtung; dieselbe kann mit Rücksicht auf ihre spätere Bedeutung als Lippenfurche (Fig. 1) bezeichnet werden. Weiter hinten in der Gegend des ersten Schmelzkeimes (siehe unten) wird diese Furche durch Epithelzellen ausgefüllt. Wie schon oben (pag. 7) erwähnt, wird in den gebräuchlichen Hand- und Lehrbüchern ganz allgemein eine s. g. Zahnfurche, welche beim Auftreten der Schmelzleiste in der Gegend der letztern vorkommen soll, beschrieben. Im vorliegenden Stadium, also beim ersten Auftreten der Schmelzleiste kommt nun bei Erinaceus — ebenso wie beim Menschen — nichts vor, was als eine solche Zahnfurche gedeutet werden könnte, da die einzige Furche auf diesem Stadium die eben erwähnte Lippenfurche ist, welche aber jedenfalls nichts mit der von andern Autoren beschriebenen Zahnfurche zu thun hat. Letztere ist bei Erinaceus wie beim Menschen eine spätere Erscheinung, indem sie erst zusammen mit dem Zahnwall (siehe unten) auftritt, von welchem — dem Verhalten bei den Wiederkäuern entgegen (Kölliker I) — in diesem Stadium ebensowenig etwas vorhanden ist.

Nach hinten vertieft sich die Schmelzleiste allmählich und geht ununterbrochen durch die ganze Länge des Kiefers.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist der Meckel'sche Knorpel nicht getroffen; dieser tritt erst weiter hinten auf. Die Schmelzleiste also reicht über den Meckel'schen Knorpel nach vorne hinaus, was nach Schwink (pag. 23) auch beim Schweine der Fall ist.

Erst in ziemlich grosser Entfernung von dem vordern Kieferende tritt der erste Schmelzkeim, dem Id 2 entsprechend, auf (Fig. 2). Er stellt eine einfache, durch Zellenwucherung entstandene Anschwellung der Schmelzleiste dar: wir können dieses erste Hervortreten des Schmelzkeimes als das knospenförmige Stadium[1]) bezeichnen. Auf dem in Fig. 2 abgebildeten Schnitt ist der Schmelzkeim in seiner grössten Dimension getroffen worden. Die Rindenschicht desselben wird sowohl bei Erinaceus als bei andern Thieren in diesem Stadium von eben solchen cylindrischen Zellen, wie sie in der tiefsten Schichte des Mundhöhlenepithels angetroffen werden, gebildet, während die innern Zellen ebenso wie die oberflächlichen Mundhöhlenepithelzellen mehr rundlich sind. Auf den vorgehenden Schnitten zeigen die Mesodermzellen, welche die Schmelzleiste un-

[1]) Um den Ausbildungsgrad des Schmelzkeimes ohne weitschweifige Umschreibungen kurz charakterisiren zu können, unterscheide ich drei Entwicklungsstadien desselben: 1) das knospenförmige Stadium, welches die erste Differenzirung des Schmelzkeimes als geringere oder stärkere Anschwellung der Schmelzleiste darstellt; 2) das kappenförmige Stadium, auf welchem die knospenförmige Anlage durch den emporsprossenden Zahnkeim eingestülpt worden ist, ohne sonst wesentlichere histologische Differenzirungen erlitten zu haben; 3) das glockenförmige Stadium ist durch die glockenförmige Form des Schmelzkeims mit der tiefern, von ihm umfassten Höhlung und durch die Differenzirung der Zellen in ein äusseres und inneres Schmelzepithel sowie in die Schmelzpulpa ausgezeichnet. Mit diesem dritten Stadium hat der Schmelzkeim den Culminationspunkt seiner Ausbildung erlangt; die Veränderungen, welche mit der Entstehung der Hartgebilde einhergehen, leiten seine Rückbildung ein. Es braucht kaum ausdrücklich betont zu werden, dass keine scharfe Grenze zwischen den drei von mir angenommenen Entwicklungsstadien zu ziehen ist, dieselben vielmehr nur gewählt worden sind um eine kurze Benennung für einen gewissen Entwicklungsgrad zu haben.

mittelbar umgeben, keine Veränderung; erst in Folge der Ausbildung des Schmelzkeimes tritt ein Zusammendrängen der Mesodermzellen ein, die jedoch hier schon eine deutliche concentrische Anordnung darbieten oder gar durch andere Gestalt von den gewöhnlichen Mesodermzellen abweichen, wie dies bei den den Meckel'schen Knorpel umgebenden Zellen der Fall ist, welche von länglicher Form und in concentrischen Ringen angeordnet sind.

Es folgen dann auf den nächsten Schnitten einige Schmelzkeime, welche ebenfalls auf dem knospenförmigen Stadium stehen, aber kleiner als der vorhergehende sind. Dieselben stehen so dicht hintereinander und sind so wenig scharf von einander abgegrenzt, dass ihre Anzahl auf Frontalschnitten sich nicht ohne Schwierigkeit feststellen lässt, wogegen auf Sagittalschnitten sich mit grosser Deutlichkeit drei Schmelzkeime erkennen lassen, welche I 3, C und P 3 entsprechen. Der Schmelzkeim des P 3 weicht dadurch von den vorhergehenden ab, dass von seinem oberflächlichen Theile lateralwärts eine schwache Leiste abgeht (Fig. 3). An der Stelle, von welcher diese Leiste abgeht, biegt sich auf den folgenden Schnitten, indem die Leiste allmählich verstreicht, der Schmelzkeim winklig um und zwar so, dass das untere (tiefere) Ende schief lateralwärts schaut. Hier ist die mechanische Einwirkung der eindringenden Ektodermwucherung auf das Mesoderm in instructiver Weise ausgeprägt. Während nämlich die kleineren Schmelzkeime keine merkbarere Veränderung in dem letztern hervorzurufen im Stande sind, werden hier die Mesodermzellen an der untern Spitze und der medianen, convexen Fläche des Schmelzkeimes — also an jenen Punkten, wo der Druck am stärksten ist — zu undeutlich concentrischen Reihen dicht an einander gedrängt, während sie dagegen an der lateralen, also concaven Fläche keine erhebliche Einwirkung erfahren haben (Fig. 4). Kölliker's (I pag. 824) und Tomes-Hollaender's (pag. 93) Angaben, dass die Zahnpapillen so ziemlich gleichzeitig mit den Schmelzorganen auftreten, lassen sich nach den vorliegenden und andern Beobachtungen nicht aufrecht halten. Dass jene Verdichtung des Mesoderms an sich durchaus nicht immer die Anlage einer Zahnpapille oder eines Zahnsäckchens zu sein braucht, dass sie vielmehr das rein mechanische Produkt des Eindringens des Ektoderms ist, geht ausser aus den obigen Thatsachen auch aus dem Umstande hervor, dass, wie schon Baume (pag. 66) beobachtet hat, nicht nur der Schmelzkeim, sondern auch die Schmelzleiste, falls sie genügend tief in das Mesoderm eindringt, vom verdichteten Mesodermgewebe umgeben ist. Dies zeigt sich nämlich schon auf den nachfolgenden Schnitten. Auf den hinter dem Schmelzkeim des P 3 folgenden Schnitten wird die Schmelzleiste tiefer, was damit zusammenhängt, dass die gesammte, die Zahnanlagen umschliessende Kieferpartie dicker geworden ist und sich über das Niveau des übrigen Kiefertheils erhoben hat (Fig. 5). Hier ist, wie schon erwähnt, der Druck, welcher die Ectodermeinstülpung auf das Mesoderm ausübt, so bedeutend, dass sich die Zellen des letztern am tiefen Ende der Schmelzleiste verdichtet und theilweise sogar etwas abgeplattet haben.

Beim 14 mm langen Embryo (Stad. B) geht unmittelbar labialwärts von der Basis der Schmelzleiste auf der Strecke zwischen P 3 und Pd 4 ein starker Zapfen, resp. eine Knospe aus (Fig. 5¹x). Dass besagte Knospe als eine den Zahnanlagen angehörige Bildung zu betrachten ist, kann mit Hinsicht auf später zu erwähnende Befunde nicht bezweifelt werden. Jedenfalls hat diese Bildung nicht das geringste mit der Lippenfurche zu thun, da letztere lateralwärts auf demselben Frontalschnitte unverkennbar vorhanden ist. Baume's Behauptung (pag. 64), dass die Schmelzseite „ganz in der Nähe der Lippenfurche, gewöhnlich von dieser" ausgeht, sowie Röse's Beobachtung (I pag. 481), dass beim Menschen die Schmelz- und Lippenfurchenleiste aus

einer gemeinsamen Anlage hervorgehen (vergleiche auch unten die Beschreibung der folgenden Stadien), gelten in keiner Weise für Erinaceus. Dagegen stimmt das von Hertz (Fig. 4) gegebene Bild vom Menschen gut mit meinem Befunde überein; das fragliche Gebilde als „unwesentliche Wucherung der Leiste" zu bezeichnen, wie Röse (I pag. 477) thut, trägt wenigstens nichts zum Verständniss desselben bei.

Auf den folgenden Schnitten wird der oberflächliche Theil der Schmelzleiste von dem tiefern abgebogen, so dass die Winkelöffnung medianwärts schaut; hierauf verdickt sich dann der tiefere Theil allmählig und wird zum Schmelzkeim des Pd4. Dieser ist bedeutend weiter ausgebildet als einer der vorhergehenden: er ist durch die emporsprossende Mesodermpapille, den Zahnbeinkeim (Zahnpapille), welche hier deutlich differenzirt ist, aus einem knospenförmigen Organ in ein kappenförmiges verwandelt worden (Fig. 6; vergleiche die Note pag. 14). Das Zahnsäckchen ist weniger deutlich differenzirt, und nur in geringer Ausdehnung an der Labialfläche des Schmelzkeims verfolgbar.

Die hinterste Zahnanlage [1]), diejenige der M1, stimmt wesentlich mit der vorhergehenden überein, nur dass hier wieder bei B^1 eine kleine durch wenige Schnitte reichende, oberflächliche leistenförmige Knospe an der Labialfläche auftritt; diese Knospe fehlt bei B.

Die Schmelzleiste erstreckt sich durch mehrere Schnitte nach hinten, immer niedriger (weniger tief) werdend, bis sie allmählig ganz schwindet. Hier wie überall in diesem Stadium bildet die Schmelzleiste, resp. der Schmelzkeim, die Grenze zwischem dem dickeren und dem dünneren Ektodermtheil. Über dem hinteren Theil der Schmelzleiste ist eine Längsfurche vorhanden, welche aber schwerlich mit der Zahnfurche der Autoren homolog ist (vergl. unten).

Vom Unterkiefer ist nur die erste schwache Verknöcherung dorsal und lateral vom Meckel'schen Knorpel aufgetreten, so dass, wie schon Schwink (pag. 23) betont, die Unabhängigkeit der Zahnanlagen vom Skelett auf das unzweideutigste dargethan wird.

Zusammenfassung. In diesem Stadium sind an der Schmelzleiste, welche in ihrem hintern Teile, wo die mehr entwickelten Zahnanlagen vorkommen, die grösste Tiefe besitzt, Schmelzkeime für Id2, I3, C, P3, Pd4 und M1 differenzirt. Während die Schmelzkeime für die vier erstgenannten Zähne (Fig. 2, 3) nicht über das knospenförmige Stadium hinausgekommen sind, haben die beiden letztern Pd4: (Fig. 6) und M1 das kappenförmige erreicht. Nicht nur diejenigen knospenförmigen Schmelzkeime, welche eine bedeutendere Grösse besitzen (nämlich diejenigen für Id2 und P3), sondern auch die Schmelzleiste ruft, da wo sie eine grössere Tiefe erlangt, eine Verdichtung der umgebenden Mesodermzellen hervor. Lateralen oberflächlichen Ausbuchtungen der Schmelzleiste sind wir an mehreren Stellen begegnet. Der Abgang der Schmelzleiste, resp. des Schmelzkeims bildet die Grenze zwischen einem dickern lateralen und einem dünnern medialen Ektodermtheil, in welchem ersteren die Lippenfurche auftritt, während die Zahnfurche und der Zahnwall der Autoren noch völlig fehlen. Der geringe Entwicklungsgrad des Unterkieferknochens dokumentirt die völlige Unabhängigkeit der Zahnanlagen vom Skelett.

Stadium C.

Auch hier bildet die Schmelzleiste resp. der Schmelzkeim die Grenze zwischen dem dünnern und dickern Mundhöhlenepithel, wenn auch der Übergang hier nur allmählig erfolgt. Eine tiefe,

[1]) Mit Zahnanlage bezeichne ich den gesammten sowohl vom Ekto- als Mesoderm gebildeten jungen Zahn.

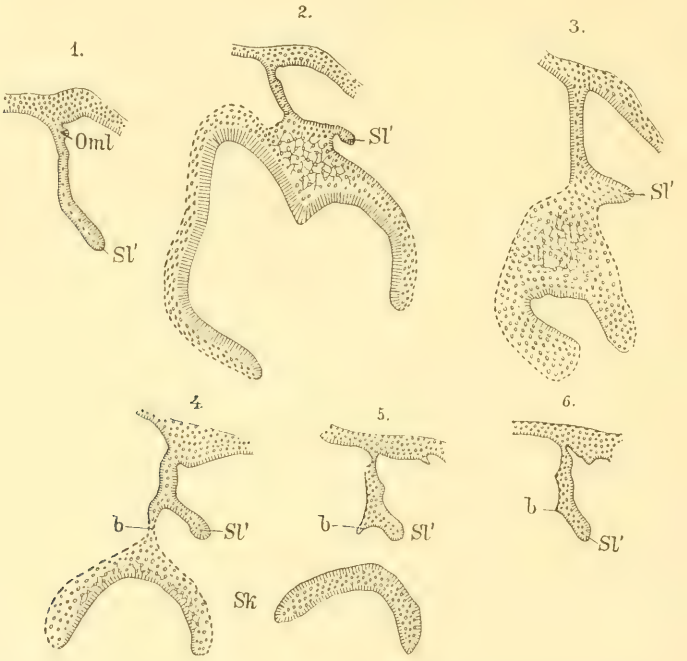
aber mit Epithelzellen ausgefüllte Lippenfurche ist vorhanden. Hinter der vordersten Zahnanlage verdickt sich das Epithel über den Zahnanlagen allmählig, und es kommt ein Zahnwall, welcher aus grossen, klaren Zellen — von derselben Beschaffenheit wie die die Lippenfurche ausfüllenden — besteht, im Sinne der Handbücher zu Stande. Auch eine schwache Zahnfurche wird allmählig sichtbar; aber schon über der Anlage des M 1 schwinden sowohl Zahnwall als Zahnfurche wieder vollständig. Es treten also, wie schon oben erwähnt, diese Gebilde beim Igel viel später auf als Schmelzleiste und Schmelzkeim, und weicht also unser Thier in dieser Beziehung von den Wiederkäuern (Schaf, Kalb) ab, bei denen Kölliker (pag. 823, Fig. 497 und 498) Zahnwälle und Zahnfurche beschreibt und abbildet auf einem Stadium, welches der Zahnentwicklung nach zu urtheilen, entschieden dem hier beschriebenen frühern Stadium B und B[1] entspricht [1]). Jedenfalls geht aus den mitgetheilten Beobachtungen hervor, dass weder der s. g. Zahnwall noch die Zahnfurche in irgend welcher Beziehung zu der Bildung der Zähne stehen. Dagegen lässt es sich nicht daran zweifeln, dass dieselben für die Configuration der Mundhöhle während der zahnlosen Lebensperiode von Bedeutug sind. Es wird diese meine Auffassung auch durch die Thatsache gestützt, dass sowohl die Zellen des Zahnwalls als auch diejenigen der Lippenfurche von ganz derselben Beschaffenheit sind wie diejenigen einiger anderer embryonaler Bildungen, welche ebenfalls nur für den Embryo oder für das junge Thier Bedeutung haben, nämlich die die Verwachsung der Augenlidränder beim Embryo bewirkenden Zellen, sowie diejenigen, welche bei der secundären Verwachsung der Lippen zum Saugmund bei den Larven der Beutelthiere auftreten, welche ich früher (V pag. 112) nachgewiesen habe.

Die vorderste Zahnanlage (Id. 2) ist bedeutend weiter entwickelt als auf Stad. B., indem der Schmelzkeim eine glockenförmige Gestalt angenommen hat und seine Zellen zugleich starke Differenzirungen erlitten haben; selbstverständlich stehen diese Veränderungen in Beziehung zur stärkeren Ausbildung des Zahnbeinkeims [2]). Die Umwandlung der Schmelzkeimzellen ist die bekannte: man kann das s. g. äussere und innere Epithel sowie die innern sternförmigen Zellen unterscheiden (Fig. 7). Vom Kern sind nur die centralen Zellen in sternförmige (Schmelzpulpa) umgebildet, während die mehr oberflächlichen ihre frühere, runde Form bewahrt haben. Das s. g. innere Epithel besteht aus den bekannten langen, cylindrischen Zellen. Vom „äussern" Epithel sind die Zellen des medialen Umkreises ungefähr von derselben Beschaffenheit wie auf dem knospenförmigen Stadium, während von den Zellen der lateralen Umkreise die tiefern mehr abgeplattet sind und die oberflächlichen (d. h. näher dem Mundhöhlenepithel gelegenen) zu atrophiren beginnen. Es tritt dieser Process auch an den andern Zähnen von gleichem oder älterem Entwicklungsstadium auf, so dass ich nur ausnahmsweise darauf zurückkomme. Es verdient bemerkt zu werden, dass die von Kölliker und Waldeyer beschriebenen und beim Kalbe und Menschen abgebildeten Epithelialsprossen des äussern Epithels des Schmelzorgans, „zwischen welche die Gefässzotten

[1]) Entschieden unrichtig ist es aber, wenn in Tomes-Hollaender's Handbuch in einer von Frey entlehnten Abbildung (Fig. 58,1) das Vorkommen des Zahnwalls auf dem frühesten Entwicklungsstadium als etwas für die Säugethiere Typisches dargestellt wird.

[2]) Meinen Befunden gegenüber wirkt Baume's Angabe, dass bei dem von ihm in Fig. 30 (pag. 66) abgebildeten Unterkiefer eines Rindsembryo das Bindegewebe der Cutis deutlich faserig sei, befremdend. Die Zahnanlage ist nämlich sicher nicht älter als die oben beschriebene, und sowohl bei dieser als auch auf selbst ältern Stadien ist das Bindegewebe noch vollkommen zellig.

des Zahnsäckchens hineinragen", beim Igel weder in diesem Stadium, welches dem von K. abgebildeten (II, Fig. 500) entspricht, noch auf einem andern vorhanden sind. Die Beschaffenheit der Zellen des „Halses" des Schmelzkeims, d. i. des unveränderten Theils der Schmelzleiste, ist dieselbe wie auf dem vorigen Stadium. Das napfförmige Stadium des Id 2 habe ich nicht beobachten können. Dass der von der medialen Seite des Schmelzkeims ausgehende „Spross" (Fig. 7 Sl[1]), welcher auf allen Schnitten durch den Schmelzkeim nachzuweisen ist, nichts anders als das tiefe Ende der Schmelzleiste ist, geht schon aus diesen Präparaten unabweisbar hervor; ich werde später auf diesen Punkt ausführlicher zurückkommen. Auf einigen Schnitten



Erinaceus europaeus. Stadium C. Dicht auf einander folgende Frontalschnitte durch Schmelzleiste und M 1 im Unterkiefer. Fig. 1 Schmelzleiste unmittelbar vor M 1; Fig. 2 Frontalschnitt etwa durch die Mitte, Fig. 3—5 durch die hintere Hälfte des M 1; Fig. 6 Schmelzleiste unmittelbar hinter M 1. Oml Oberflächliche, von der Medialfläche der Schmelzleiste ausgehende Knospe. Sl[1] tiefes Ende der Schmelzleiste. b Verschmälerter Teil des Schmelzkeims, die Verbindungsleiste zwischen Schmelzkeim und Schmelzleiste bildend. Alle Figuren sind so orientirt, dass die rechte Seite vom Leser der Lingualfläche entspricht. Vergrösserung $\frac{6^a}{1.}$

durch den hintern Theil der Zahnanlage ist der Zusammenhang der Schmelzleiste (des „Halses") mit dem Mundhöhlenepithel unterbrochen.

Unmittelbar hinter der Zahnanlage des Id 2 ist die Schmelzleiste stark verkürzt (verflacht). Die Schmelzkeime des I 3, C und P 3 stehen auf dem kappenförmigen Stadium; ihr Zusammenhang mit dem Mundepithel ist äusserst schwach, stellenweise sogar ganz aufgehoben.

Hinter der Anlage des P 3 ist — ganz wie bei Stad. B. — die Schmelzleiste vertieft

und steht wieder im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel (Fig. 8). Die Anlage des Pd4 ist etwas mehr entwickelt als die des Id2, indem fast der gesammte Inhalt des Schmelzkeims in sternförmige Zellen umgewandelt ist. Der oberflächliche Theil des äussern Schmelzkeimepithels ist völlig in Auflösung begriffen (Fig. 9, 10). Der Zusammenhang der Schmelzleiste mit dem Mundhöhlenepithel ist sowohl über diesem als über dem folgenden Schmelzkeim theilweise gelockert.

Die Entwicklung der Anlage des M1 (Textfig. 2—6) ist weiter vorgeschritten als diejenige der vorhergehenden Anlagen, da die Zellen des innern Schmelzepithels an der Spitze des Zahnbeinkeims eine stark cylindrische Form angenommen haben, und das Zahnsäckchen deutlicher vom umgebenden Mesoderm differenzirt ist; in Folge der bedeutenderen Grösse des Zahnbeinkeims und der vollständigeren Einstülpung ist auch die Höhlung des Schmelzkeims grösser geworden. Von der Medialfläche der Schmelzleiste und unmittelbar unter dem Mundepithel geht — besonders ausgeprägt zwischen Pd4 und M1 — eine schwache Knospe aus (Textfig. 1 Oml).

Wie ein Blick auf die Figuren 8—10 und Textfiguren 2—6 lehrt, giebt sich die höhere Entwicklungsstufe des Pd4 und M1 dem jüngern Stadium gegenüber auch dadurch kund, dass ihr Schmelzkeim sich vollständiger von der Schmelzleiste abschnürt, indem das vordere und hintere schmälere Ende des Schmelzkeims (Fig. 8) von der Schmelzleiste sich schon losgelöst hat, oder auf andern Schnitten nur eine kurze Strecke weit mit derselben verbunden ist (Fig. 9), während auf Schnitten, in welchen die Zahnanlage nahe ihrer Mitte getroffen worden ist (Fig. 10 und Textfig. 2), der Schmelzkeim zum grössern Teil mit der Schmelzleiste verbunden ist, so dass auf dem Frontalschnitte nur das tiefere Ende der letzteren als „Spross“ oder „Knospe“ medialwärts vom Schmelzkeime frei hervorragt. Ich hebe besonders hervor, dass, wie Fig. 9 und 10 zeigen, auch dieses tiefe Ende der Schmelzleiste bei beiden Zähnen von demselben verdichteten Mesodermgewebe, welches das Zahnsäckchen bildet, umgeben ist. Beachtenswerth ist ferner das Verhalten des M1 zur Schmelzleiste: diese ist nämlich unmittelbar vor der Zahnanlage nicht als gerade Leiste in das Mesoderm eingesenkt, sondern winklig gebogen und mit der Winkelöffnung lingualwärts gerichtet (Textfig. 1); in Folge dessen ist auch der „Fortsatz“ der Schmelzleiste (Textfig. 2—3) hier nicht senkrecht zur Oberfläche sondern mehr oder weniger schräg zu derselben gestellt. Die Ursache dieser veränderten Form der Schmelzleiste ist zweifelsohne in der grössern Entfaltung, welche M1, der grösste Zahn im Unterkiefer, schon erlangt hat, zu suchen.

Dem Leser, welcher mit der einschlägigen Literatur vertraut ist, ist es ohne Weiteres klar, dass das Gebilde, welches hier als das tiefe Ende der Schmelzleiste am Schmelzkeime nachgewiesen ist, von der Mehrzahl älterer und jüngerer Autoren als Anlage des bleibenden Zahns gedeutet worden ist.

Wie ich bereits oben (pag. 8) hervorgehoben habe, ist es Baume's Verdienst zuerst diesen „Spross“ als tiefes Ende der Schmelzleiste erkannt zu haben und somit zugleich der Deutung des Ersatzzahnes als eines Abkömmlings der Milchzähne entgegengetreten zu sein. Besonders beweisend für die Richtigkeit dieser Auffassung ist die Durchmusterung einer solchen Schnittserie, wie sie in den Textfiguren 1—6 dargestelt ist. Aus einer Vergleichung der oben vorgeführten Thatsachen geht aber ferner hervor, dass man nicht, wie es bisher allgemein geschehen ist, dieses freie Ende ohne weiteres als „Anlage eines bleibenden Zahnes“ auffassen darf. Denn dasselbe tritt nicht nur lingualwärts vom Pd4 sondern auch vom M1 auf, aber es entwickelt sich, wie wir im folgenden sehen werden, aus ihm nur neben P4, nicht aber neben M1 ein Zahn. Auf diesem Stadium haben wir es also nur mit dem tiefen Theile der Schmelzleiste zu thun, welcher nicht

in die Bildung des sich entwickelnden Schmelzkeims (Milchzahns oder Molaren) eingeht, sondern sich auf einer gewissen Ausbildungsstufe von ihm ablöst. Über das künftige Schicksal des fraglichen Schmelzleistenendes können erst ältere Stadien Auskunft geben.

Kehren wir jetzt zur Musterung der vorliegenden Schnittserie zurück, so finden wir, dass hinter dem M 1 die Schmelzleiste wieder mehr gerade, d. h. ohne Knie, sich in das Mesoderm hinabsenkt und dass ihre Verbindung mit dem Mundepithel, die über dem M 1 schwach und theilweise unterbrochen ist, über der Anlage des M 2 wieder vollständiger wird. Letztgenannte Anlage ist bei weitem weniger entwickelt als die vorhergehende, indem sie etwa in der Mitte zwischen dem kappen- und dem glockenförmigen Stadium steht, was sich auch dadurch kund giebt, dass die Bildung des Schmelzpulpa eben erst begonnen hat und das tiefe Ende der Schmelzleiste noch nirgends vom Schmelzkeim abgelöst ist.

Hinter besagter Zahnanlage wird die Schmelzleiste immer kürzer und dünner, bis sie zuletzt aus nur zwei lockeren Zellenreihen gebildet wird.

Fig. 11 und 12, welche zwei annähernd sagittale Längsschnitte darstellen, geben eine Uebersicht der Zahnanlagen. In Fig. 11 ist der Kiefer in seinem vordern Ende getroffen worden, welches Theile der 1.—5. Zahnanlage (also Id 2, I 3, C, P 3 und Pd 4, von welchem letztern nur die laterale Wand getroffen ist) enthält. Da die Schmelzleiste sich nicht überall senkrecht und gerade, sondern mehr oder weniger schräge und gebogen in die Tiefe erstreckt, kann sie sich auf dem Längschnitt auch nicht wie eine zusammenhängende Wand präsentiren, sondern wird je nach der Schnittrichtung mehr oder weniger ein Band darstellen. Fig. 12 stellt den hintern Theil des Unterkiefers, medial von dem in Fig. 11 abgebildeten Schnitte, dar und enthält die Anlage des M 1 und 2; hier ist die Schmelzleiste in grösster Ausdehnung getroffen worden.

Auf diesem Stadium hat sich die Kieferanlage dorsal- und lateralwärts schon ziemlich weit entwickelt.

Zusammenfassung. Der Fortschritt gegenüber dem vorigen Stadium zeigt sich zunächst in der höhern Entwicklung sämmtlicher Schmelzkeime, indem Id 2, Pd 4 und M 1, von welchen M 1 am weitesten und Id 2 am wenigsten weit entwickelt ist, das glockenförmige Stadium erreicht haben, während I 3, C und P 3 nur das kappenförmige erreicht haben. Hinter dem M 1 hat sich in der Fortsetzung der Schmelzleiste hier noch die Anlage des M 2, dessen Schmelzkeim schon in der Mitte zwischen kappen- und glockenförmigen Stadium steht, entwickelt. Die höhere Entwicklungstufe der Pd 4 und M 1 dem Stadium B gegenüber giebt sich auch dadurch kund, dass ihr Schmelzkeim sich vollständiger von der Schmelzleiste abschnürt, so dass auf einigen Schnitten das tiefere Ende der Schmelzleiste als „Fortsatz“ oder „Spross“ an der lingualen Seite des Schmelzorganes erscheint, welcher „Fortsatz“ jedoch auf diesem Stadium nicht ohne weiteres, wie meist geschieht, als Anlage des bleibenden Zahns angesprochen werden kann (Fig. 9—10, Textfig. 2—4). Von der lingualen Fläche der Schmelzleiste unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel geht über Pd 4 und M 1 eine schwache Leiste aus. Erst in diesem Stadium bildet sich Zahnwall und Zahnfurche aus; keines dieser Gebilde steht in irgend welcher Beziehung zur Entstehung oder Ausbildung der Zähne, sondern dieselben sind lediglich für die Configuration der Mundhöhle während der zahnlosen Lebensperiode von Bedeutung.

Stadium D.

An der vor dem Id 2 gelegenen Theile der Schmelzleiste entwickelt sich ein deutlicher Schmelzkeim, welcher sich durch wenige Schnitte erstreckt und auf dem knospenförmigen Stadium steht (Fig. 13). Wenn auch weniger entwickelt, lässt sich eine solche Zahnanlage doch schon auf dem vorigen Stadium erkennen. Wir haben es also offenbar mit einem vordersten Schneidezahn: Id 1 oder wahrscheinlicher I 1, welcher nicht zur vollen Ausbildung gelangt, zu thun.

Id 2 bietet ausser der bedeutenderen Grösse keine wesentliche Abweichung von dem Verhalten im nächstvorhergehenden Stadium dar. Auf einem Schnitte durch diesen Zahn sieht man von der medialen Fläche der Schmelzleiste nahe deren Abgange vom Mundhöhlenepithel eine Knospe (keine Leiste) entstehen. Noch über dem Id 2 schnürt sich die Schmelzleiste vom Schmelzkeim ab, um den Schmelzkeim des I 3 entstehen zu lassen. Die Anlagen von I 3, C und P 3 zeigen keine wesentlichen Fortschritte; der Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel ist völlig aufgehoben. Ueber I 3 sowie wenn auch weniger ausgeprägt, über P 3 geht eine laterale Leiste von dem oberflächlichen Theile der Schmelzleiste aus.

Es präsentiren dann die folgenden Schnitte wesentlich dieselben Bilder wie auf dem vorhergehenden Stadium. Doch hat der Schmelzkeim des M 2 vollständige Glockenform und gut ausgebildete Schmelzpulpa erlangt; er ist mit einer starken oberflächlichen lateralen Leiste versehen, welche sich über die Zahnanlage hinaus durch den ganzen Rest der Schmelzleiste verfolgen lässt.

In dieses Stadium fällt die Bildung des Vestibulum oris. Wie bei der Beschreibung des Stad. B. erwähnt, tritt vorne im Munde eine von mir als Lippenfurche bezeichnete Längsfurche auf (Fig. 1, 2 Lp); diese Furche wird weiter nach hinten von Epithelzellen ausgefüllt, welche von ganz derselben Beschaffenheit sind wie diejenigen, welche den Zahnwall aufbauen, so dass eine Leiste zu Stande kommt, die von Pouchet und Chabry mur plongeant, von Rose (1) Lippenfurchenleiste genannt wird. Diese Lippenfurchenleiste ist jedoch bei Erinaceus nicht das Primitive, sondern ihr geht die Lippenfurche voraus. Auf dem nächsten Stadium vertieft sich diese mit Zellen angefüllte Furche immer mehr (Fig. 7 Lp). Im Stad. C hat sich nun theils neben Jd 2, theils neben Pd 4, M 1 und 2 durch Zerfall der in der Mitte gelegenen Zellen das Vestibulum oris gebildet. Wir können somit bei der Entstehung der freien Lippen drei Stadien unterscheiden:

1) Entstehung einer Furche, Lippenfurche, unmittelbar lateralwärts vom Abgange der Schmelzleiste, etwa gleichzeitig mit der ersten Anlage der Schmelzkeime.

2) Ausfüllung und Vertiefung dieser Furche durch Bildung glasklarer Epithelzellen, wodurch die Lippenfurchenleiste zu Stande kommt.

3) Entstehung des Vestibulum oris durch Verfall dieser Zellen in der Mitte der Furche.

Zusammenfassung. Es hat sich hier ein schon beim Stad. C angelegtes Gebilde zu einem knospenförmigen Schmelzkeim eines nicht zur vollen Ausbildung gelangenden I 1 (Id 1) vor der Anlage des Id 2 entwickelt. Die Fortschritte dem vorigen Stadium gegenüber bestehen im Uebrigen wesentlich nur in der grösseren Ausbildung des M 2 sowie in der Entstehung des Vestibulum oris auf der grössern Strecke seiner künftigen Ausdehnung.

Stadium E.

Am vordersten Ende des Unterkiefers sind Lippenfurchenleiste und Schmelzleiste mit einander in einen secundären Zusammenhang getreten, so dass man Bilder erhält, welche den von Pouchet und Chabry beim Schaf und von Röse beim Menschen gesehenen entsprechen. Wie auf den vorhergehenden Stadien kommt auch hier das Vestibulum oris erst weiter nach hinten zu Stande. Die mit der Lippenfurchenleiste zusammenhängende Schmelzleiste steht mit dem im Zustande der Auflösung begriffenen Schmelzkeim des I 1 (Id 1) in Verbindung (Fig. 14). Hinter dem besagten Schmelzkeime ist die Schmelzleiste (einige Schnitte hindurch) unterbrochen, um dann genau in demselben Niveau wieder anzufangen; nach hinten rückt die Schmelzleiste immer mehr von der Epithelwucherung, welche das Vestibulum oris entstehen lässt, medianwärts ab, so dass sie hier völlig getrennt von ihr entspringt.

Die Anlagen des Id 2, I 3, C, P 3 und Pd 4 sind nur wenig weiter entwickelt als im Stad. D. Hier ist das früher beschriebene, lingualwärts von Pd 4 befindliche tiefe, freie Schmelzleistenende deutlich angeschwollen und vom verdichteten Bindegewebe umgeben (Fig. 15); zugleich hat sich der Pd 4 etwas vollständiger von der Schmelzleiste emancipirt als im vorhergehenden Stadium. Wir sind also berechtigt hier von einer Anlage eines Ersatzzahnes (P 4) zu reden, ganz abgesehen davon, ob sich dieser später weiter entwickelt — wie hier der Fall — oder nicht.

Bei den am weitesten entwickelten Schmelzkeimen (Id 2, Pd 4 und M 1) ist der Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel entweder völlig unterbrochen, so dass der obere Theil der entsprechenden Schmelzleistenstrecke spitzig ausläuft, oder er ist doch äusserst schwach. Dagegen ist die Schmelzleiste, durch welche der weniger entwickelte M 2 mit dem Mundhöhlenepithel verbunden ist, völlig intact und viel kürzer. Hinter M 2 wird die Schmelzleiste allmählich kürzer (in senkrechter Richtung), schwillt aber vor dem gänzlichen Aufhören an, um einen knospenförmigen Schmelzkeim für den hintersten Zahn (M 3) zu bilden.

Eine gute Uebersicht über sämmtliche Zahnanlagen (ausser Id 1 und M 3) geben uns Horizontalschnitte, wie deren einer in Fig. 16 dargestellt ist.

Zusammenfassung. Der uns vom Stad. D bekannte Schmelzkeim des I 1 (Id 1) ist hier schon in Zerfall begriffen. Der vorderste Theil der Schmelzleiste steht mit der Lippenfurchenleiste, welche das Vestibulum oris enstehen lässt, in Verbindung. Ueber den am weitesten entwickelten Schmelzkeimen hat sich die Schmelzleiste vom Mundhöhlenepithel abgeschnürt. Der knospenförmige Schmelzkeim des M 3 tritt auf.

Stadium F.

Hier beim neugeborenen Thiere sind, verglichen mit dem vorigen Stad. E, verhältnissmässig raschere Fortschritte als z. B. zwischen Stad. C und D wahrzunehmen. Schmelzleiste und rudimentärer Schmelzkeim (I 1) vor Id 2 sind auch hier noch sichtbar.

An der Spitze des Id 2 tritt das Zahnbein auf. An der Spitze wie an der Basis des Zahnes ist die Schmelzpulpa bereits verschwunden, so dass inneres und äusseres Epithel mit einander in Berührung stehen. Die Schmelzleiste hat sich zum grössten Theile vom Zahne abgeschnürt. Zahnwall aber keine Zahnfurche ist vorhanden.

Noch in der Region des Id 2 ist durch Schwund der mittlern Partie der tiefere, stärkere Theil der Schmelzleiste von dem oberflächlichen getrennt; der erstere schwillt an und dadurch entsteht die erste Andeutung des knospenförmigen Schmelzkeims des I 2 (Fig. 20—21), wie die Untersuchung der folgenden Stadien lehren wird. Die Anlage des Id 2 hat sich so weit nach hinten ausgedehnt, dass an Frontalschnitten der Schmelzkeim des I 3 oberflächlich vom hintern Ende des Id 2 auftritt, mit andern Worten: die Wurzel des Id 2 hat sich gebildet. Der Schmelzkeim des I 3 steht auf der Grenze zwischen dem kappen- und glockenförmigen Stadium und Zahnkeim sowie Zahnsack sind deutlich differenzirt; an der lingualen Peripherie des letztgenannten Schmelzkeimes ragt das tiefe Ende der Schmelzleiste frei hervor (Fig. 22), was hier besonders zu beachten ist, da es sich um einen persistirenden Zahn handelt; auf die Bedeutung dieses Befundes werden wir später zurückkommen.

C und P 3 stehen auf derselben Entwicklungsstufe wie I 3.

Am Pd 4, welcher etwa auf derselben Entwicklungsstufe wie Id 2 steht, erhält man Bilder, welche der bekannten Figur 502 bei Kölliker (II) sehr ähneln: das Schmelzleistenende ist deutlich angeschwollen und von verdichtetem Bindegewebe umgeben; es ist P 4, welcher sich noch immer auf dem knospenförmigen Stadium befindet (Fig. 23); vergleiche hiermit Fig. 15, welche dasselbe Gebilde auf dem nächst frühern Stadium darstellt.

Neben dem hintern Ende des Pd 4 ist die Schmelzleiste wenig tief und steht, was an mehreren Stellen des vordern Kiefertheiles nicht der Fall ist, mit dem Mundhöhlenepithel in — allerdings ziemlich lockerer — Verbindung (Fig. 17). An der freien Kante der Schmelzleiste entwickelt sich ein kleiner Schmelzkeim in folgender Weise: während der tiefste Theil der Kante so gut wie unverändert bleibt, verbreitert die Kante sie sich durch Zellenwucherung etwas oberflächlich von der Spitze an der labialen Fläche: hierdurch erhält man auf dem Frontalschnitte das Bild eines kappenförmigen Schmelzkeimes, bei dem der linguale Schenkel durch die unverändert gebliebene Spitze der Schmelzleiste, der labiale durch Neubildung entstanden ist; besonders in der Peripherie des lingualen Schenkels ist die Zahnsackbildung deutlich (Fig. 18, 19). Dass dieser Schmelzkeim, welcher somit lingualwärts und oberflächlich vom hintern Ende des Pd 4 auftritt, und in Folge dessen bei nicht weiterer Verfolgung der Entwicklung wohl als die Anlage des P 4 angesehen werden könnte, nichts mit dem letztgenannten Zahne zu thun hat, geht aus der Untersuchung des nächsten Stadiums hervor.

Ich möchte diesen Befund dem von Baume bei einem 18 Cmtr. langen Schweinsembryo geschilderten und in seiner Fig. 37 wiedergegebenen Gebilde an die Seite stellen. B. spricht sich hierüber folgendermassen aus (pag. 74): „Bei bl ist die erste und für lange Zeit einzige Zahnanlage in diesem Kiefer zu sehen. Man kann Embryonen bis zu 22 Cmtr. Länge untersuchen ohne dass man Spuren weiterer Anlagen von bleibenden Zähnen wie in Fig. 37 bl zu sehen bekommt. Jedenfalls handelt es hier um einen in seiner Entwicklung weit vorauseilenden Zahn, welcher wesentlich früher angelegt wird, als alle andern". Baume scheint nun vornehmlich auf diesen Befund seine Behauptung zu stützen, dass die bleibenden Zähne sich aus „noch übrig gebliebenen Resten" der Schmelzleiste, welche thatsächlich niemals an der Bildung der Milchzähne betheiligt gewesen sind, entwickeln. Auffallend muss es dabei erscheinen, dass B. weder angiebt, zu welchem Ersatzzahn sich jener Schmelzkeim entwickeln solle, noch nachzuweisen versucht hat, dass die Zahnanlagen der Ersatzzähne, wie er sie auf Fig. 38—40 von Katze und Hund abbildet, aus einem solchen

Gebilde hervorgegangen sind. Entweder ist nun der von B. gemachte Befund ebenso wie der von mir oben beim Igel geschilderte als ein verkümmerter Schmelzkeim zu beurtheilen, aus dem sich nunmehr kein Zahn entwickelt — somit eine in phylogenetischer Hinsicht bedeutsame Thatsache, welche aber für die Beurtheilung des Verhaltens der „Ersatzzähne“ zu den „Milchzähnen“ ohne Belang ist; oder, falls wir annehmen, dass der in Fig. 37 von Baume abgebildete Schnitt durch den vordersten Prämolartheil des Kiefers gefallen ist, kann der fragliche kleine Schmelzkeim entweder die Anlage des P 1, welcher ohne Vorgänger im Milchgebiss ist, oder schliesslich die Anlage eines manchmal in dieser Gegend auftretenden „überzähligen“ Prämolaren sein[1]). Ich glaube hiermit alle Möglichkeiten einer Erklärung des fraglichen Gebildes erschöpft zu haben. Welche von diesen man auch acceptiren möge: für B's Anschauung beweist dieses Gebilde offenbar nicht das mindeste. Und da B. keine andern Beweise anführt, kann wohl behauptet werden, dass seine mit so grosser Zuversicht vorgetragene Lehre von der Entstehung der Ersatzzähne als endgiltig bei Seite geschafft zu betrachten ist.

Ueber dem M 1, welcher von allen Zähnen am weitesten entwickelt ist, erhält die Schmelzleiste ein bemerkenswerthes Aussehen. Sie ist vorn etwa ebenso kurz wie früher; weiter nach hinten wird sie noch rudimentärer aber zugleich findet man, dass von ihrem obern Ende, welches auf den meisten Schnitten keinen Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel zeigt, eine Leiste, welche auf dem Frontalschnitte das Bild eines gewundenen einzelligen Stranges darbietet, in die Tiefe dringt und sich mit dem äussern Schmelzepithel des M 1 verbindet (Fig. 24). Diese dünne Leiste ist nichts anderes als der Rest des Zusammenhangs des Schmelzkeims mit der Schmelzleiste. Bemerkenswerth ist das Verhalten des tiefsten Endes, welches lingualwärts vom besagten Strange abgeht (Fig. 24). Die von den bisher durchmusterten Befunden abweichende relative Lage der Schmelzleiste zum Schmelzkeime wird durch die starke Entwicklung des M 1 auf diesem Stadium bedingt. Erst im hintern Theile des M 1 schwindet der Zusammenhang zwischen ihm und der Schmelzleiste vollständig. Auf den folgenden Schnitten über M 1 stellt also die Schmelzleiste nur einen Strang oder Band, keine Leiste, dar, sie steht nicht in Verbindung mit Mundhöhlenepithel oder Schmelzkeim, und kann nur durch Untersuchung der Schnittserie als identisch mit einer verkümmerten Schmelzleiste erkannt werden. Auf vereinzelten Schnitten sieht man jedoch einen schwachen Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel.

Hinter dem M 1 ist die Schmelzleiste tiefer und über dem M 2 bietet sie ein ähnliches Verhalten dar, wie wir es schon bei M 1 kennen gelernt haben (Fig. 25): sie steht durch eine dünne Leiste mit dem tiefer gelegenen Schmelzkeime des M 2 in Verbindung. Die Unterschiede: Zusammenhang der Schmelzleiste mit dem Mundhöhlenepithel und grössere Dicke des Verbindungsstranges erklären sich durch die geringere Entwicklung, welche M 2 erlangt hat und illustriren in instructiver Weise den Vorgang bei der Ablösung der Zahnanlage eines Molaren von der Schmelzleiste; vergleiche die in Fig. 24 und 25 abgebildeten Stadien. Die kurze Schmelzleiste, deren freie Spitze lingualwärts gerichtet ist, zeigt in Form und Beziehung zum Schmelzkeim ein ähnliches Verhalten, wie es auf einem früheren Stadium (C) vom M 1 beschrieben wurde. Ueber den hintern Theil des M 2 existiert kein Zusammenhang zwischen der Schmelzleiste mit Schmelzkeim oder Mundhöhlenepithel. Die Schmelzleiste wird darauf tiefer und schwillt — alles noch im Bereiche des M 2 — zu einem deutlichen knospenförmigen Schmelzkeim an

[1]) Vergleiche Hensel und Nehring.

(Fig. 26 und 33), welcher stellenweise schwache Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel besitzt. Diesem von deutlich geschichteten Bindegewebe umgebenen Schmelzkeime sind wir schon auf dem vorigen Stadium begegnet: es ist M3. Seine Lage über M2 erklärt sich dadurch, dass hinter dem letzteren kein Platz im Kiefer ist.

Zusammenfassung. Der Ausbildungsgrad der einzelnen Zähne gleich nach der Geburt ist also folgender: Id2 zeigt eine sehr weitgegangene Verkalkung, die Schmelzpulpa ist theilweise geschwunden und die Schmelzleiste ist zum grössten Theil schon vom Zahne abgelöst. Der Schmelzkeim des I2 entsteht als knospenförmige Anschwellung des durch Schwund der Zwischenpartie frei gewordenen tiefern Theiles der Schmelzleiste. Die Schmelzkeime der I3, C und P3 stehen etwa auf der Grenze zwischen kappen- und glockenförmigen Stadium. Von Pd4, welcher etwa dieselbe Reife wie Id2 erlangt hat, erhält man auf Querschnitten Bilder, welche, was das Verhalten des Endes der Schmelzleiste betrifft, völlig mit der von Kölliker gegebenen Fig. 502 (II) übereinstimmen; somit ist die knospenförmige Schmelzkeimanlage des P4 vorhanden. Ueber dem hintern Theile des Pd4 entwickelt sich aus der bis auf den oberflächlichen Theil verschwundenen Schmelzleiste ein kleiner Schmelzkeim, aus dem kein Zahn hervorgeht. M1 ist von allen Zähnen am weitesten entwickelt. Ueber diesem sowie über M2 ist die Schmelzleiste verkümmert und steht nur durch eine dünne Leiste mit dem Schmelzkeim der fraglichen Zähne in Verbindung. Ueber dem hintern Theile von M2 entsteht durch die Anschwellung des Endes der Schmelzleiste der noch knospenförmige Schmelzkeim des M3. Bei der Geburt ist also kein Zahn so weit entwickelt, dass er das Zahnfleisch durchbrochen hätte.

Stadium G.

Etwas vor dem Id2 ist eine schwache, wenig markirte, nicht völlig zusammenhängende Schmelzleiste sichtbar, welche an ihrem tiefern Ende noch immer den früher erwähnten Schmelzkeim trägt, der aber jetzt der gänzlichen Verödung, wie es scheint durch Einwuchern des Bindegewebes, sehr nahe ist (Fig. 27). Die regressive Entwicklung ergiebt sich aus einer Vergleichung der Fig. 13, 14 und 27.

An Id2 ist Schmelz und in grosser Ausdehnung Zahnbein gebildet, während die Schmelzpulpa sehr stark reduzirt und das äussere Schmelzepithel nicht mehr als solches zuerkennen ist. Der tiefe Theil der Schmelzleiste neben Id2 spaltet sich in zwei Schenkel, von denen der dickere mediale die direkte Fortsetzung der Schmelzleiste, der dünnere laterale und mehrfach gefaltete die auf diesen Rest reduzirte Verbindung zwischen Schmelzkeim und Schmelzleiste ist. Der von concentrisch angeordnetem Bindegewebe umgebene Schmelzkeim des Id2 steht fortdauernd auf dem knospenförmigen Stadium.

Der Schmelzkeim des I3 hat das glockenförmige Stadium erreicht, die kurze (d. h. wenig tiefe) mit dem Schmelzkeim verbundene Schmelzleiste endet im oberflächlichen Theile zugespitzt ohne jeglichen Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel; der tiefere Theil erscheint als angeschwollener Fortsatz lingualwärts vom Schmelzkeim des I3; dieses Schmelzleistenende hat sich hier zu einem fast kappenförmigen Schmelzkeim, welcher von verdichtetem Bindegewebe, also von einem Zahnsack umgeben ist, entwickelt (Fig. 29—30). Hier entsteht demnach ein unverkennbarer

Schmelzkeim lingualwärts von einem permanenten Zahne in ganz derselben Weise wie bei Milchzähnen; über die Bedeutung dieses Befundes siehe im folgenden.

C hat schon eine Zahnbeinkappe erhalten; die Schmelzleiste lingualwärts von derselben verhält sich ähnlich wie bei I3, indem auch hier das tiefe Ende derselben angeschwollen ist, ohne jedoch eine Verdichtung des umgebenden Bindegewebes hervorzurufen (Fig. 28).

Nachdem die Schmelzleiste sich von C abgeschnürt hat, verdichtet sich ihr tiefer Rand noch auf denselben Frontalschnitten, auf denen der hintere Theil des C getroffen ist, und wird zum kappenförmigen Schmelzkeim des P3; dieser entwickelt sich somit langsamer als die beiden vorhergehenden (vergleiche Stadium E).

Pd4 hat sich nun soweit entwickelt, dass jeglicher Zusammenhang zwischen ihm und der Schmelzleiste aufgehoben ist. Letztere lässt neben dem Anfangstheile des Pd4 aus ihrem tiefen Ende, einen knospenförmigen Schmelzkeim hervorgehen. Dieser Schmelzkeim, welcher schon auf dem vorigen Stadium an der entsprechenden Stelle, wenn auch weniger deutlich zu sehen war, ist ganz kurz, worauf die Schmelzleiste wieder etwa gleich breit in ihrer ganzen Vertikalausdehnung wird, dann aber sich etwas vertieft, um an ihrem tiefen Ende einen anderen und stärkeren Schmelzkeim entstehen zu lassen: P4 (Fig. 31 und 31b). Dieser Schmelzkeim, welcher eben das kappenförmige Stadium erreicht hat, entsteht an dem tiefen Ende der Schmelzleiste durch Zellenwucherung an deren Labialfläche, also an der gegen den Pd4 gekehrten Seite. Zahnkeim und Zahnsack sind deutlich differenzirt. Die Lage des P4 ist als etwa neben der Mitte des Pd4 zu verzeichnen. Als für die richtige Auffassung des Entwicklungsmodus des „Ersatzzahnes“ wichtig, bemerke ich hier ausdrücklich, dass die Lage und Richtung der Schmelzleiste und des Schmelzkeimes des P4 im Verhältniss zur Medialfläche des Mundhöhlenepithels sowie zum Milchzahn vollkommen dieselbe wie im früheren Stadium (vergl. Fig. 23) ist. Wir konstatiren ferner, dass, wie nach der Lage der Schmelzleiste zum „Milchzahn“ von vornherein zu erwarten war, der „Ersatzzahn“ lingualwärts vom ersteren liegt. Bezüglich der Lage und des Entwicklungsgrades des Schmelzkeimes sowie der Richtung und der Form der Schmelzleiste stimmt Baume's Fig. 39 (aus dem Unterkiefer einer fünf Tage alten Katze) gut mit dem zuletzt geschilderten Befunde überein.

Am hintern Ende des Pd4 ist der oberflächliche Theil der Schmelzleiste zu einer ganz dünnen Lamelle reduzirt. Weiter nach hinten wird die Schmelzleiste weniger tief und mehrfach unterbrochen, stellt also thatsächlich ein stellenweise sieb- oder netzförmig durchlöchertes Band dar — Befunde, wie sie auch von Röse (I, pag. 459) in zutreffender Weise beim Menschen geschildert sind. Am vordern Theile des M1 ist dann nur ein schwacher Rest der Schmelzleiste erhalten, welcher sich bald zu einem dünnen Zellenstreifen (auf dem Frontalschnitt) reduzirt. Etwas weiter nach hinten steht M1 durch eine dünne und gefaltete Leiste mit dem Mundhöhlenepithel im Zusammenhange (Fig. 32). Diese Leiste ist natürlich ebenso zu beurtheilen wie die labiale, ebenfalls gefaltete Leiste bei Id2: sie ist die bis auf diesen Rest reduzirte Verbindung des Schmelzkeimes des M1 mit der Schmelzleiste, resp. mit dem Mundhöhlenepithel. Ueber dem hintern Theile des Zahnes ist die Schmelzleiste stellenweise völlig resorbirt. Sie beginnt erst wieder über M2, gewinnt allmählig Zusammenhang sowohl mit dem Mundhöhlenepithel als mit Schmelzkeim des M2 und verhält sich ganz so, wie es Fig. 32 bei M1 darstellt. Dann wird dem die Schmelzlleiste stärker: das tiefe Ende erscheint als ein medialwärts gerichteter dickerer Fortsatz an der Verbindungsleiste zwischen Mundhöhlenepithel und Schmelzkeim ganz wie es

oben für die Schmelzleiste bei Id 2 angegeben und abgebildet worden ist, vergleiche Fig. 37. Etwas weiter nach hinten schwindet die Verbindung zwischen Schmelzleiste und Schmelzkeim des M 2, erstere vergrössert sich etwas, verliert den Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel und entwickelt sich, noch über dem M 2 liegend, zu dem Schmelzkeime des M 3, welcher hier das kappenförmige Stadium erreicht hat; Zahnkeim und Zahnsack sind deutlich differenzirt. Wir können also hier beobachten, wie die Schmelzleiste über M 1 und M 2 zum grössern Theile schon resorbirt ist, da sie betreffs dieser Zähne bereits ihre Mission erfüllt hat, und ausserdem kein Platz im Kiefer vorhanden ist, um neue Entwicklungsprodukte (d. h. Schmelzkeime) entstehen zu lassen. Dagegen ist sie im hintern Kiefertheile noch vorhanden, und es entwickelt sich hier aus ihr M 3.

Die Schmelzleiste zeigt neben, respective über den Zähnen, welche am weitesten in der Entwicklung vorgeschritten sind, verschiedene Reductionsgrade: so ist sie theilweise ganz verschwunden (über dem hintern Theile des M 1) oder sie ist zu einem siebartig durchlöcherten Bande (am hintern Theile des Pd 4) oder zu einem schwachen Zellenstreifen (am vordern Theile des M 1) geworden. Ueber den Ersatzzähnen ohne Nachfolger (J 3, C, P 3) existirt kein Zusammenhang zwischen Schmelzleiste und Mundhöhlenepithel.

Stadium H.

Id 2 ist fast ausgebildet. I 2 steht auf dem Uebergange vom knospen- zum kappenförmigen Stadium (Fig. 34). Neben I 3, an dessen Spitze Hartgebilde entwickelt sind, ist der oberflächliche Theil der Schmelzleiste dicker und steht mit dem Schmelzkeime des I 3 in Verbindung, auch hier am tiefen Ende eine schmelzkeimähnliche Anschwellung zeigend (Fig. 35). Der auf dem vorigen Stadium lingualwärts und neben C gelegene knospenförmige Schmelzkeim liegt jetzt nicht mehr neben dem mittlern, sondern neben dem hintern Theile des C sowie hinter demselben, wo der grössere Raum eine grössere Entfaltung gestattet. P 3 ist mit grosser Schmelzpulpa versehen. Der auf den vorigen Stadien neben dem vordern Theile des Pd 4 liegende vergängliche Schmelzkeim ist hier nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen. P 4 ist bedeutend weiter entwickelt als I 2, indem das glockenförmige Stadium mit beginnender Schmelzpulpa erreicht ist (Fig. 36); die Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel ist äusserst schwach. Von Interesse ist, dass selbst noch auf diesem Stadium die Verbindung zwischen Pd 4 und der Schmelzleiste über P 4 angedeutet ist, indem noch eine von der Schmelzleiste über dem hintern Theile von P 4 ausgehende kurze, gegen Pd 4 gerichtete Leiste als letzter Rest der einstigen Verbindung vorhanden ist. Ueber M 1 wird die Schmelzleiste nur durch zwei dünne Fäden repräsentirt, weiter hinten und über M 2 ist sie (wegen Raummangel) ganz verschwunden. Der Schmelzkeim für M 3 liegt noch immer über dem hintern Theile von M 2, aber hat das glockenförmige Stadium mit Schmelzpulpa erreicht; er ist der am wenigsten entwickelte von den beim jungen Thiere später fungirenden Zähnen.

Zusammenfassung. Zwischen Id 2 und Pd 4 einerseits und der Schmelzleiste mit den Schmelzkeimen der entsprechenden I 2 und P 4 anderseits ist jegliche Verbindung aufgehoben, abgesehen von einem Rudimente einer solchen Verbindung über letztgenanntem Schmelzkeim. Während I 2 das kappenförmige Schmelzkeimstadium kaum erreicht, ist P 4 fast vollständig glocken-

förmig. Noch auf diesem Stadium giebt es einen Zahn des zuerst fungirenden Gebisses, nämlich P3, bei dem keine Hartgebilde entwickelt sind. Der im vorigen Stadium neben der Mitte des C gelegene knospenförmige Schmelzkeim liegt jetzt hinter demselben.

Stadium I.

Alle Zahnkronen des zuerst fungirenden Gebisses sind völlig ausgebildet und die beiden Ersatzzähne I2 und P4 schon verkalkt. Die Schmelzleiste ist in Folge der starken Entwicklung der Hartgebilde resorbirt.

Oberkiefer.

Da die Vorgänge bei der Zahnbildung und die Beziehungen der Zahnanlagen zu einander keine principiellen Unterschiede von dem Verhalten im Unterkiefer darbieten, kann ich mich hier kürzer fassen und hauptsächlich nur die durch die verschiedene Anzahl und Bedeutung der Zähne bedingten Verschiedenheiten anführen, im übrigen aber auf die für die Unterkieferzähne gegebene Schilderung verweisen.

Für die Stadien A und A¹ kann ich auf das über den Unterkiefer gesagte verweisen. Von Stad. B habe ich nur Längsschnitte untersuchen können, welche nicht zur Orientirung in diesem Stadium ausreichen.

Stadium C.

Nur im vordern Kiefertheile bildet die Schmelzleiste die Grenze zwischen dem dünnern und dem dickern Mundhöhlenepithel. Ein Zahnwall sowie eine schwache Zahnfurche treten über der Anlage der Backenzähne auf.[1])

Id1 steht etwa auf demselben Entwicklungsstadium wie der untere Id2. Da hier hinter Id1 dieselbe Verkürzung der Schmelzleiste (in verticaler Richtung) wie im Unterkiefer vorhanden ist, so liegt auch hier Id2 unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel, also viel oberflächlicher als Id1; ersterer hat kaum das kappenförmige Stadium erreicht. I3 mit derselben Lage wie der vorige steht auf dem kappenförmigen Stadium. Bemerkenswerth ist die Leiste, welche vom labialen und oberflächlichen Theile der Schmelzleiste ausgeht; wir sind solchen Bildungen schon im Unterkiefer begegnet. Doch unterscheidet diese sich von denjenigen im Unterkiefer dadurch, dass sie auf einer kleinen Strecke mit einer Anschwellung am freien Rande versehen ist (Fig. 37—40); wir werden uns bei den folgenden Stadien wieder mit dieser Bildung zu beschäftigen haben.

Der Schmelzkeim des Cd steht auf dem glockenförmigen Stadium und liegt tiefer als Id2 und I3, während P2 sich noch auf dem kappenförmigen befindet und völlig oberflächlich liegt.

[1]) In Bezug auf die Lippenbildung im Oberkiefer verweise ich auf den Abschnitt: Zusammenfassung und Folgerungen.

Pd 4 mit glockenförmigem Schmelzkeim ist weiter ausgebildet als irgend einer der vorhergehenden.

M 1 steht ungefähr auf derselben Entwicklungsstufe wie Pd 4 und hat zur Schmelzleiste dieselben Beziehungen wie der untere M 1.

Stadium D.

Wie in einigen andern Stadien geht auch hier die Schmelzleiste stellenweise (Fig. 41) von einer Epithelverdickung, resp. Epithelleiste aus, welches Verhalten von Pouchet und Chabry auch im Unterkiefer beim Schwein geschildert wird. Besagte Verdickung wird von P. und Ch. als „mur plongeant“ bezeichnet, wozu ich nur bemerken will, dass dieses Gebilde nicht mit der im Unterkiefer vorkommenden Epithelverdickung homolog ist, da ja, wie wir gesehen haben (vergl. oben pag. 21), aus der Dehiscenz der letztern das Vestibulum oris entsteht und welche von P. und Ch. ebenfalls als „mur plongeant“ bezeichnet wird, während aus der fraglichen Bildung im Oberkiefer kein Vestibulum oris hervorgeht (hierüber siehe weiter unten).

Die Schmelzleiste fängt schon vor Id 1 an.

Neben P d 4 ist das Schmelzleistenende schwach angeschwollen (P 4).

M 2 steht auf der Grenze zwischen kappen- und glockenförmigem Stadium.

Andeutungen zu oberflächlichen Leisten an der lingualen Fläche der Schmelzleiste ventralwärts von den Molaren sind auch hier ebenso wie im Unterkiefer wenn auch schwächer vorhanden.

Stadium E.

Die Weiterentwicklung der verschiedenen Zahnanlagen bietet vom Verhalten im Unterkiefer keine wesentliche Abweichung dar.

Bemerkenswerth ist dagegen die Länge des freien Endes der Schmelzleiste neben Cd, indem dieselbe tiefer in das Bindegewebe hineinragt als die Ränder des Schmelzkeims (Fig. 42). In noch höherm Grade als im vorigen Stadium (Fig. 41) zeigt sich bei dieser Zahnanlage mit völlig ausgebildeter Schmelzpulpa ihre Winzigkeit im Vergleich mit der erreichten Entwicklungsstufe. Ferner ist hervorzuheben, dass der Zahn trotz seiner relativ hohen Entwicklungsstufe sich noch nicht vom Mundhöhlenepithel abgelöst hat.

Stadium F.

Ebensowenig wie im Unterkiefer ist hier beim neugeborenen Thiere die Entwicklung der Zähne so weit gelangt, dass ein Zahn das Zahnfleisch durchbrochen hätte.

Der Schmelzkeim des Id 1 hat sich zum grössten Theile von der Schmelzleiste abgeschnürt. I 1 entsteht ganz in derselben Weise wie I 2 im Unterkiefer.

Id 2 und I 3 haben das glockenförmige Stadium mit Schmelzpulpa erreicht. Die schon früher erwähnte Lateralleiste (siehe oben pag. 28) am letztern, trägt neben dem vordern Theile

des Schmelzkeimes am freien Ende eine deutlich abgesetzte Anschwellung, welche sich auf den nächst folgenden Schnitten wieder verliert, um am hintern Theile des I 3 mit allen Merkmalen eines gut ausgebildeten knospenförmigen Schmelzkeimes sich zu entwickeln (Fig. 43, 44, Jd 3). Der diese Knospe tragende Schmelzleistentheil ist von der Schmelzleiste des I 3 abgerückt und geht auf kurzer Strecke von einem „mur plongeant“ aus. Die schon oben gegebene Deutung dieser Anlage als eines Vorgängers des I 3, also des Schmelzkeimes eines nie zur Entwicklung gelangenden Id 3, kann offenbar nicht bezweifelt werden. Bemerkenswerth ist, dass I 3, obgleich er auf derselben Entwicklungsstufe wie Id 2 steht, sich noch nicht, wie dies beim letztern der Fall ist, vom Mundhöhlenepithel emancipirt hat.

Bei Cd ist die Verkalkung schon so weit vorgeschritten, dass die Schmelzpulpa des kleinen Zahnes schon verschwunden ist. Der Zahn hat sich völlig von der Schmelzleiste abgelöst und ist zur Zeit der am weitesten entwickelte Zahn: er ist weiter entwickelt als sogar Pd 4 und M 1. Für diesen Zahn hat also der von Baume (pag. 257) formulirte Ausspruch, dass „der Zahn — gleichviel ob man ihn nach der Tradition zu den Milch- oder zu den bleibenden Zähnen rechnen würde — um so früher durchbricht, je geringer seine Entwicklung ist,“ seine Giltigkeit. Dagegen stimmt die unmittelbare Fortsetzung des Baume'schen Raisonnements schon nicht mehr mit den thatsächlichen Befunden überein: „Der frühe Durchbruch ist von einer frühern Fertigkeit, seine frühe Fertigkeit von einer frühern Anlage abhängig“, denn Cd wird durchaus nicht früher als die übrigen Milchzähne angelegt. Im allgemeinen findet gerade das Gegentheil von dem von Baume behaupteten Vorgang statt; die zuerst fertigen und durchbrechenden Zähne (Pd 4 und M 1) gehören zu den am höchsten ausgebildeten. Ich komme später auf diesen Baume'schen Satz und die auf demselben gestützten Behauptungen zurück.

Derjenige Theil der Schmelzleiste, von welchem sich, wie erwähnt, der Schmelzkeim des Cd völlig abgeschnürt hat, steht noch im vollständigen Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel und trägt eine starke Anschwellung an seinem freien Ende: der knospenförmige Schmelzkeim des C (Fig. 45).

P 2 liegt ganz oberflächlich mit glockenförmigem Schmelzkeime und Schmelzpulpa.

Zwischen P 2 und Pd 3 ist die Schmelzleiste mit einer Anschwellung versehen, welche möglicherweise der knospenförmige Schmelzkeim eines nicht zur Ausbildung kommenden Zahnes ist.

Pd 3 liegt tiefer als P 2, sonst wie dieser. Die Schmelzleiste über dessen hinterem Theile hat eine schwache mediale oberflächliche Leiste.

Pd 4 ist stark verkalkt. Lehrreich ist sein Verhalten zur Schmelzleiste, wie dies auf den auf einander folgenden Schnitten zur Anschauung gelangt: neben dem vordern Ende des Pd 4 hat die Schmelzleiste, von welcher sich der Schmelzkeim hier schon abgelöst hat, an ihrem freien Ende einen gut ausgeprägten knospenförmigen Schmelzkeim (P 4) entwickelt (Fig. 46). Neben dem hintern Theile des Pd 4 und hinter dem Schmelzkeime des P 4 ist die Schmelzleiste verkürzt (d. h. reicht weniger tief in das Bindegewebe hinein), aber hängt mit dem Schmelzkeime des Pd 4 durch einen dünnen Strang zusammen, wobei aber das Ende (d. h. der tiefe Rand) der Schmelzleiste frei bleibt (Fig. 47).

Aehnlich wie beim untern M 1 gestalten sich die Verhältnisse zwischen M 1 und Schmelzleiste auch hier: in seinem mittleren Theile ist der Schmelzkeim noch durch einen dünnen Strang, welcher von der Labialfläche der gebogenen Schmelzleiste ausgeht, mit letzterer in Verbindung;

am freien Rande ist die Schmelzleiste angeschwollen und weist Bilder wie Fig. 48 auf, wo der Verbindungsstrang (b) noch deutlich nachweisbar ist.

Aehnlich ist das Verhältnis zwischen M 2 und Schmelzleiste, wenn auch auf diesem Stadium die Verbindung eine vollständigere ist, da M 2 noch weniger entwickelt, noch keine Hartgebilde erhalten hat.

Der knospenförmige Schmelzkeim des M 3 liegt zum Theil noch oberflächlich von M 2.

Zusammenfassung. Cd ist rudimentär, aber allen übrigen Zähnen in der Entwicklung weit vorangeeilt. Von „Ersatzzähnen" sind die knospenförmigen Schmelzkeime des I 1, welcher in ganz derselben Weise wie der untere I 2 entsteht, und des P 4 entwickelt. Zwischen diesen, durch Anschwellungen der Schmelzleiste entstandenen Anlagen besteht noch eine deutliche wenn auch schwache Verbindung zwischen dem Schmelzkeim des entsprechenden Milchzahns und der Schmelzleiste. Besonders bemerkenswerth ist der labialwärts von I 3 liegende knospenförmige Schmelzkeim eines nie zur Ausbildung kommenden Vorgängers von I 3, also eines Milchzahns (Id 3).

Stadium G.

I 2 steht auf dem knospenförmigen Stadium.

Id 2 hat schon Hartgebilde erhalten, steht aber noch in breiter Verbindung mit der Schmelzleiste, welche neben dem vorhergehenden Zahn schon stark verkümmert ist.

Hinter Id 2 ist nur der oberflächliche Theil der Schmelzleiste erhalten, mit welchem I 3 zusammenhängt; letzterer ist ebenso weit entwickelt als Id 2 und nimmt dieselbe oberflächliche Lage wie dieser ein. Im Verhältniss zum Kiefer hat sich eine Umlagerung des I 3 vollzogen: seine Längsachse liegt in der Querachse des Kiefers mit der Kronenspitze labialwärts gerichtet, wodurch selbstverständlich auch die Lage des freien Schmelzleistenendes sowie diejenige der schon früher besprochenen Lateralleiste alterirt worden ist; die Schmelzleiste ist mit ihrem freien Ende lingual- (medial-) wärts, (nicht wie gewöhnlich dorsalwärts resp. der Tiefe zu) die Lateralleiste labialwärts gerichtet, und beide verlaufen der Längsachse des Zahnes parallel. Bemerkenswerth ist ferner die Schmelzkeim-ähnliche Form des Schmelzleistenendes (Fig. 49 und 49 [1]). Nur die breite Verbindung zwischen dem Schmelzorgan des I 3 und der Schmelzleiste macht die Deutung des fraglichen Gebildes als ein knospenförmiges Schmelzorgan zweifelhaft, da der neue Schmelzkeim sich sonst nicht zu markiren pflegt, so lange die Verbindung der Schmelzleiste mit dem ältern Schmelzkeim so vollständig wie hier ist. Die Anschwellung an der Lateralleiste ist hier fast verschwunden.

Cd ist soweit entwickelt, dass vom Schmelzkeim nur noch das innere Schmelzepithel übrig ist; nur noch eine schwache Spur des Zusammenhanges zwischen Cd und der Schmelzleiste ist sichtbar (Fig. 50); erst neben dem hintersten Theil des Cd an der Spitze der Schmelzleiste, welche sich mittlerweile vom Mundhöhlenepithel abgelöst hat, liegt der im Anfange des kappenförmigen Stadium stehende Schmelzkeim des C (Fig. 51).

Unmittelbar hinter der Anlage des C ist die Schmelzleiste verkürzt, und an ihrem Ende ist der P 2 entwickelt, welcher wenig weiter als auf dem vorigen Stadium ausgebildet ist.

P 3 liegt tiefer und ist weiter entwickelt (mit kleiner Dentinkappe) als P 2; er fängt an sich von der Schmelzleiste abzuschnüren.

An dem Ende der vertieften Schmelzleiste liegt der nunmehr fast glockenförmige Schmelzkeim des P 4, in welchem die Schmelzpulpa sich zu bilden anfängt; nur der hintere Theil des Schmelzkeims des P 4 liegt neben dem Pd 4; auf den Frontalschnitten, wo der vordere bei weitem grössere Theil des P 4 getroffen ist, findet sich kein anderer Zahn.

Die übrigen Zähne bieten nichts Bemerkenswerthes.

Zusammenfassung. Von den Ersatzzähnen sind in diesem Stadium als deutliche Schmelzkeime angelegt: I 1, C und P 4, und zwar hat I 1 das knospen-, C das kappen- und P 4 fast das glockenförmige Stadium erreicht. Ausserdem entwickelt sich am freien Ende der Schmelzleiste welche mit I 3 in Verbindung steht, ein Schmelzkeim-ähnliches Gebilde; das Schmelzorgan an der labialen Leiste desselben Zahnes ist hier fast verschwunden.

Stadium H.

Neben dem vordern Ende des Id 1 ist die Schmelzleiste völlig verschwunden; erst neben dem hintern Theile dieses Zahns tritt sie, in äusserst schwacher Verbindung mit Id 1 stehend, mit einem jetzt kappenförmigen Schmelzorgan (I 1) an ihrem freien Rande wieder auf.

I 2 steht auf dem knospenförmigen Stadium.

Neben I 3 ist die auf der vorhergehenden Strecke sehr reduzirte Schmelzleiste wieder vollständig und die mit ihr in Verbindung stehende Lateralleiste (vergleiche die vorigen Stadien) trägt an ihrer Spitze „ein Epithelialnest". Letzteres ist hier also als ein aus der Schmelzkeimanlage hervorgegangenes Degenerationsprodukt aufzufassen (Fig. 52 und 52[1], Id 3).

Cd ist schon ausgefallen ohne Spuren zu hinterlassen. C hat das glockenförmige Stadium erreicht und schon eine kleine Dentinkappe ausgebildet, ist somit viel weiter entwickelt als irgend ein anderer Zahn mit verkalktem Vorgänger, was um so auffallender ist, als C noch auf dem vorigen Stadium weniger weit als P 4 entwickelt war. Es hat den Anschein, als ob das Ende der Schmelzleiste hier vollständig für die Herstellung des Schmelzkeims des C aufgebraucht würde, da sich das Ende nur als eine ganz schwache Hervorragung an der Lingualfläche des Schmelzkeims markirt (Fig. 53 Sl[1]). Wir beobachten nämlich sonst auf entsprechender Entwicklungsstufe, wie der Schmelzkeim sich vom Ende der Schmelzleiste abzulösen anfängt, wobei dann das letztere auf dem Frontalschnitte als distincte, freie Knospe hervortritt.

Pd 3 ist völlig von der Schmelzleiste abgelöst; letztere liegt der tiefen Schicht des Mundhöhlenepithels dicht an und trägt an ihrem Ende einen knospenförmigen Schmelzkeim (P 3), welcher vom besagten Epithel abgewandt und, wie aus der Untersuchung der Serie hervorgeht, durch Zellenwucherung an der Labialfläche der Schmelzleiste entstanden ist. Der etwas fremdartige Befund wird durch Fig. 54 illustrirt.

P 4 ist noch nicht so weit wie C gediehen; von seiner Schmelzleiste geht etwas oberflächlich vom Schmelzkeim an der Lingualfläche eine Leiste aus, welche nichts anderes als das Ende der Schmelzleiste ist (Fig. 55). Wir haben somit hier etwa das gleiche Verhalten der Schmelzleiste zum Schmelzkeim wie z. B. beim untern M 1 des Stadiums C (Textfig. 2—4, pag. 18) — und in beiden Fällen handelt es sich um Zahnanlagen, bei denen wenigstens bisher kein Nachfolger gefunden wurde. Wie im vorigen Stadium liegt der grösste Theil des P 4 vor dem Pd 4.

Der kurze und eigenthümliche Verbindungsstrang des M 1 mit Schmelzleiste wird durch Fig. 56 illustrirt; das Ende der Schmelzleiste (Sl[1]) ist nachweisbar.

M3 ist als kappenförmiger Schmelzkeim, oberflächlich von M2 liegend, vorhanden.

Zusammenfassung. Von Anlagen zu Ersatzzähnen sind auf diesem Stadium neu hinzugekommen die knospenförmigen Schmelzkeime von I2 und P3. C ist den übrigen Ersatzzähnen in der Entwicklung vorangeeilt, während noch auf dem vorigen Stadium P4 weiter entwickelt war. Diese beschleunigte Ausbildung hängt damit zusammen, dass sein Vorgänger, der winzige Cd, bereits ausgefallen ist; über sein Verhalten zur Schmelzleiste vergleiche oben und Fig. 53. Bemerkenswerth ist auch das Verhalten der Schmelzleiste zu P4.

Stadium I.

Wie im Unterkiefer so ist auch hier die Schmelzleiste zum allergrössten Theile spurlos verschwunden; dies gilt natürlich in erster Linie vom vordern Kiefertheile, wo die Zahnproduction abgeschlossen ist. Oberflächlich von P3, welchen wir auf dem knospenförmigen Stadium verliessen, und an dem jetzt wie an allen übrigen Zahnanlagen schon Hartgebilde entwickelt sind, hat sich jedoch die Schmelzleiste theilweise erhalten. Wie allgemein bei den Ersatzzähnen sowie bei denjenigen Zähnen, welchen verkalkte Vorgänger fehlen, bleibt der tiefere Theil der Schmelzleiste länger erhalten, während der oberflächliche bereits resorbirt ist. Das freie Ende der Schmelzleiste verhält sich hier zum P3 ganz ebenso wie zu dem nur wenig weiter ausgebildeten P4 des Stadiums H; vergl. Fig. 55 und 57. Weiter nach hinten (Fig. 58) ist die Schmelzleiste in rundliche Stränge aufgelöst, von welchen sich oberflächlich von P4 nur noch zwei erhalten, welche auf Querschnitten das bekannte Bild von „Epithelnestern" (Kollmann) geben. Am hintern Theile des P4 ist jede Spur der Schmelzleiste verschwunden.

Zusammenfassung und Folgerungen.

Wir beschäftigen uns hier vornehmlich mit den für die untersuchte Thierform eigenthümlichen Befunden, welche in den mitgetheilten Untersuchungen dargelegt sind, und behandeln die allgemeinen Fragen im Schlusskapitel.

Zunächst stellen wir die *Anzahl der Wechselzähne* fest, wobei wir in erster Linie die regelmässig verkalkten Zähne berücksichtigen. Wie aus der oben (pag. 11—12) gegebenen historischen Uebersicht der früheren Untersuchungen über den Zahnwechsel des Igels hervorgeht, sind die Resultate auch der neuesten Untersuchungen, welche auf Grund der befolgten Präparationsmethode nur die fraglichen, wirklich zur Verkalkung gelangenden Zähnen berücksichtigen konnten, so wenig übereinstimmend, dass nicht einmal diese scheinbar so einfache Frage eine befriedigende Antwort erhalten hat. Die Mehrzahl der Beobachter nimmt, wie wir gesehen haben, einen vollständigen Zahnwechsel an, d. h. allen Ante-Molaren sollen verkalkte Milchzähne vorangehen. Tauber hat dieses Verhältniss dahin näher präcisirt, dass er intra- und extra-uterine Milchzähne unterscheidet. Er beschreibt erstere — einen derselben bildet er sogar ab — in einer Weise, dass a priori ein Zweifel an der Richtigkeit dieser Angaben gar nicht aufkommen kann. Und dennoch geht aus meinen Untersuchungen, die an Serienschnitten von elf verschiedenen

Altersstufen vorgenommen wurden und die daher sowohl ein Uebersehen von noch so winzigen Dentinscherben unbedingt, als auch „Zufälligkeiten“ mit grösster Wahrscheinlichkeit ausschliessen, hervor, dass von den von Tauber als intra-uterine Milchzähne beschriebenen Gebilden mit Ausnahme des oberen Eckzahnes Nichts vorhanden ist, was seine Angaben rechtfertigt. Wie nun T. zu diesen seinen Angaben hat gelangen können, darüber kann ich nicht einmal eine Vermuthung aussprechen.

Der einzige unter den früheren Beobachtern, welcher die Milchzähne richtig beschrieben hat, ist Sahlertz. Fassen wir den von ihm nur gelegentlich beobachteten oberen Milcheckzahn als constant auf, so stimmen seine Angaben bezüglich der Anzahl der verkalkten Zähne vollkommen mit den von mir durch Serienschnitte festgestellten überein. Wir erhalten also, wenn wir nur die zu irgend einer Lebensperiode functionirenden Zähne und ausserdem den obern Milcheckzahn berücksichtigen, folgende Zahnformel für Erinaceus europaeus:

$$J\ \begin{matrix} 1. & 2. & 3. \\ 1. & 2. & \\ & 2. & \\ & 2. & 3. \end{matrix}\quad C\ \begin{matrix} 1. \\ 1. \\ \\ 1. \end{matrix}\quad P\ \begin{matrix} 2. & 3. & 4. \\ & 3. & 4. \\ & & 4. \\ & 3. & 4. \end{matrix}\quad M\ \begin{matrix} 1. & 2. & 3. \\ & & \\ & & \\ 1. & 2. & 3. \end{matrix}$$ [1])

Diese Zähne finden wir mit den betreffenden Bezeichnungen in Textfig. 7 wiedergegeben. Der obere Milcheckzahn ist bereits beim 83 Mm langen jungen Thiere verschwunden, während, wie ich schon hier bemerken will [2]), der Wechsel der übrigen Zähne, erst nach dem Durchbruche des hintersten Molaren vollendet ist.

Das Auftreten und das verschiedene Entwicklungstempo derjenigen Zahnanlagen, aus denen regelmässig verkalkte Zähne hervorgehen, erhellt aus nachfolgender Uebersicht, Seite 36 u. 37. Da es sich hier nur um einen Einblick in die relativen Entwicklungsgrade, welche die Zahnanlagen auf den von mir untersuchten Stadien erreicht haben, handelt, genügen allgemein gehaltene Angaben. Die Fortschritte in der Verkalkung sind aus diesem Grunde nicht berücksichtigt.

Aus der nachfolgenden Uebersicht geht zunächst hervor, dass, wie besonders deutlich am Unterkiefer der Stadien B und B' zu ersehen ist, alle Zähne der ersten Funktionsreihe mit Ausnahme von M 2 und M 3 sich etwa gleichzeitig aus der Schmelzleiste differenziren. M 2 und M 3 differenziren sich in dem Maasse als durch Auswachsen des Kiefers Platz für sie geschaffen wird; wir sehen einstweilen von ihnen ab.

Die Verschiedenheiten im Reifegrade auf den verschiedenen Stadien scheinen in erster Linie von der Grösse und Ausbildung, welche der betreffende Zahn überhaupt erlangt, abhängig zu sein. So finden wir, dass im Unterkiefer M 1 stets in der Reife allen übrigen voran geeilt ist, ihm folgt der Reihe nach P d 4 und I d 2. Die schwächsten Zähne im Unterkiefer: I 3, C und P 3, sind vom Anfange an in ihrer Ausbildung zurück und werden von allen zuletzt fertig; von ihnen erreicht wiederum der grösste (C) zuerst, der kleinste (P 3) zuletzt seine völlige Ausbildung. Aehnlich gestalten sich die Verhältnisse im Oberkiefer, wenn wir C d ausnehmen. Dieser winzige, stiftförmige Zahn, welcher einen ganz andern Habitus als die übrigen aufweist,

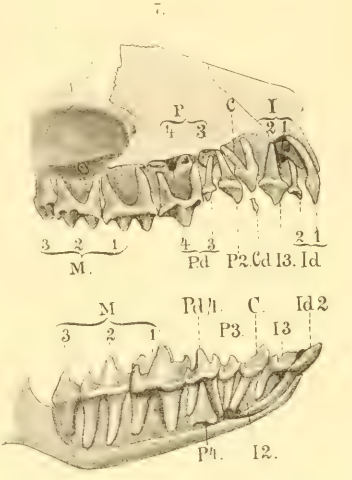
[1]) Ich bediene mich hier und im folgenden der praktischen, von Winge (I) eingeführten Schreibweise der Zahnformel, in welcher die Beziehungen der Milchzähne (klein gedruckt) zu den Ersatzzähnen (grösserer Druck) klar hervortreten.

[2]) Nähere Angaben über den Verlauf des Zahnwechsels, gehören in den zweiten Theil dieser Arbeit.

bildet in seiner ersten Anlage keine Ausnahme von der oben aufgestellten Regel: kleiner als die übrigen differenzirt er sich auch später als diese, aber schon auf Stad. C hat er dieselbe Reife wie die grössten Zähne erlangt; beim neugeborenen Thiere (Stad. F) hat er diese überflügelt, wird dann bald darauf völlig ausgebildet und fällt frühzeitig aus. Dieser Zahn ist somit anders als die übrigen zu beurtheilen: er gehört den auch von physiologischem Gesichtspunkte aus rudimentären Organen an und verschwindet, ehe er zu irgend welcher Funktion gelangt ist, indem er durch den sich ebenfalls ungemein rasch entwickelnden C verdrängt und ersetzt wird (siehe unten).

Wir bemerken nun aber ferner, dass die zuletzt fertig werdenden Zähne der ersten Funktionsreihe nicht nur die schwächsten sondern — mit einziger Ausnahme des obern Jd 2 — auch gleichzeitig diejenigen Ante-Molaren sind, welche *nicht* gewechselt werden.

Was nun das Entwicklungstempo der Zähne der zweiten Funktionsreihe betrifft, so gilt auch hier, dass die stärksten sich sowohl zuerst an der Schmelzleiste differenziren als auch zuerst fertig werden. P 4 eilt oben wie unten allen übrigen Ersatzzähnen — von einer gleichzuerwähnenden Ausnahme abgesehen — sowohl was erste Anlage als Zeitpunkt des Fertigwerdens betrifft, voran. Ihm folgen die nächst grössten Ersatzzähne I 1 oben und I 2 unten. Zuletzt wird der schwächste von allen: der obere I 2 angelegt und ausgebildet. Eine interessante Ausnahme bildet der obere C: ebenso wie sein Vorgänger zeigt er eine beschleunigte Entwicklung, indem er etwa gleichzeitig mit dem obern I 1 angelegt wird, bald alle andern Ersatzzähne überholt, beim 83 Mm. langen Jungen sogar schon weiter entwickelt ist als ein Zahn der ersten Functionsreihe (P. 2) und schliesslich, nachdem Cd ausgefallen, in die erste Funktionsreihe eintritt, d. h. zusammen mit den Milchzähnen und den nicht wechselnden Ante-Molaren functionirt.



Erinaceus europaeus. Aufgeschnittener Kiefer eines jungen Individuums um sämmtliche verkalkten Zähne zu zeigen. Der obere Cd war bei diesem Thiere schon ausgefallen, weshalb er nach einem jüngern Thiere gezeichnet und unterhalb der Zahnreihe gestellt worden ist. $^2/_1$ natürliche Grösse.

Mit Rücksicht auf die Entwicklungsart der verschiedenen Componenten haben wir also beim Igel während der ersten Lebensmonate ein Gebiss, welches — von den Molaren abgesehen — aus drei verschiedenen Arten, nämlich echten Milchzähnen, nicht wechselnden Ante-Molaren und einem echten Prämolaren, zusammengesetzt ist.

Wir können nun keinen Augenblick im Zweifel sein, dass die oben als

Id 1. Id 2. Cd. Pd 4
Id 2. Pd 4

bezeichneten Zähne dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nach *Milchzähne* sind, da an deren Stelle die einzigen Ersatzzähne treten, welche beim Igel regelmässig zur Verkalkung, resp. zur vollen Ausbildung gelangen.

Unterkiefer.

Zähne der ersten Funktionsreihe.

Zähne der zweiten Funktionsreihe (Ersatzzähne).

	Id 2	I 3	C	P 3	Pd 4	M 1	M 2	M 3	I 2	P 4
A u. A' Embryo, Scheitel-Steisslänge 10 und 12 Mm.	Nur bei A' im vordern Kieferteile ein knospenförmiger Schmelzkeim*); sonst keine Zahnanlagen differenzirt.									
B u. B' dto. dto. 14 u. 16 Mm.	Knospenförm. Schmelzkeim (Fig. 2).	Kleine knospenförmige Schmelzkeime. (P 3 Fig. 3.)			Kappenförm. Schmelzkeim. (Fig. 6).	Kappenförm. Schmelzk.	Noch nicht differenzirt.			
C " " 23 Mm.	Glockenförm. Schmelzkeim (Fig. 7).	Kappenförmige Schmelzkeime.			Glockenförm. Schmelzkeim (Fig. 9, 10), etwas weiter entwickelt als I d 2.	Glockenförm. Schmelzkeim (Textfig. 2–6), etwas weiter entwickelt als Pd 4	Schmelzk. auf der Grenze zwischen kappen- und glockenförmigem Stadium.	noch nicht differenzirt.		
D " " 38 Mm.	Wie Stad. C.	Wie Stad. C.			Wie Stad. C.		Glockenförm. Schmelzk.			
E " " 43 Mm.	Wenig weiter entwickelt als Stad. D.							Knospenförm. Schmelzk. über M 2.		Schwacher knospenf. Schmelzkeim (Fig. 15).
F Neugebornes Junge; Scheitel-Steisslänge 55 Mm.	Hartgebilde treten auf.	Schmelzkeime auf der Grenze zwischen kappen- u. glockenförmigem Stadium (I 3 Fig. 22).		Kappenförm. Schmelzk.	Hartgebilde treten auf.	Hartgebilde etwas weiter entwickelt als bei P d 4.	Hartgebilde treten auf.	Wie Stad. E.	Erste Andeutung (Fig. 20, 21.)	Wie Stad. E (Fig. 23).
G Junges Thier, dito 74 Mm.	Schmelzpulpa stark reduzirt u. kein äusseres Schmelzepithel mehr.	Glockenf. Schmelzkeim.	Hartgebilde treten auf.	Schmelzk. auf der Grenze zwischen kappen- u. glockenförm. Stadium.	Etwa weiter als I d 2 entwickelt.	Etwas weiter als P d 4 entwickelt.	Ungefähr gleich weit wie I d 2 entwickelt.	Kappenförm. Schmelzkeim. noch über M 2.	Knospenförm. Schmelzk.	Kappenf. Schmelzkeim (Fig. 31).
H - - 83 Mm.	Zahn fast ausgebildet.	Hartgebilde treten auf.	Etwas weiter entwick. als J 3.	Glockenförm. Schmelzk.				Glockenförm. Schmelzkeim noch über M 2.	Schmelzk. zwischen knospen- und kappenförm. Stad.	Fast glockenf. Schmelzk. (Fig. 36).

*) Bezüglich der Terminologie vergleiche oben Note pag. 14.

Oberkiefer.

Zähne der ersten Funktionsreihe.

Zähne der zweiten Funktionsreihe (Ersatzzähne).

	Id 1	Id 2	I 3	C d	P 2	Pd 3	Pd 4	M 1	M 2	M 3	I 1	I 2	C	P 3	P 4
A und A' Embryo, Scheitel-Steisslänge 10 u. 12 Mm.	Wie im Unterkiefer.														
C dito dito 23 Mm.	Glockenf. Schmelzk.	Schmelzk. hat kaum das kappenförm. Stadium erreicht.	Kappenf. Schmelzk. (Fig. 37—40).	Schmelzk. hat kaum das kappenf. Stad. erreicht.	Kappenförmige Schmelzkeime.		Glockenförmige Schmelzkeime, weiter entwickelt als Id 1.		?						
D „ „ 38 Mm.	Wenig weiter entwickelt als Stad. C.			Glockenf. Schmelzk. (Fig. 41).	Wenig weiter entwickelt als im Stad. C.				?						Schwacher knospenf. Schmelzk.
E „ „ 43 Mm.	Glockenf. Schmelzk.	Kappenf. Schmelzk.	Kappenf. Schmelzk.	Glockenf. Schmelzk. (Fig. 42).	Kappenf. Schmelzk.	Kappenf. Schmelzk. weiter entwickelt als P 2.	Glockenf. Schmelzk.	Glockenf. Schmelzk.	Glockenf. Schmelzk. weniger weit entwickelt als M 1.						Wie Stad. D.
F Neugeborenes Junge, Scheitel-Steisslänge 55 Mm.	Hartgebilde treten auf.	Glockenförmige Schmelzkeime (I 3 Fig. 43).		Hartgeb. schon gut ausgebild.	Glockenförmige Schmelzkeime.		Hartgebilde schon gut entwickelt.		Glockenf. Schmelzk.	Knospenf. Schmelzk., oberflächlich von M 2.	Knospenf. Schmelzk.		Knospenf. Schmelzk.		Stark ausgebildeter knospenf. Schmelzk. (Fig. 45).
G Junges Thier dto. 74 Mm.	Verkalkt in verschiedenem Grade.			Fast vollständig ausgebildet (Fig. 50—51).	Glockenf. Schmelzk.	Hartgebilde treten auf.				?	Wie F.		Anfang des kappenf. Stadiums. (Fig. 51)		Anfang des glockenf. Stadiums.
H dito 83 Mm.	Ebenso.			Schon ausgefallen.	Glockenf. Schmelzk.	Hartgebilde in verschiedenem Grade ausgebildet.				?	Kappenf. Schmelzk.	Knospenf. Schmelzkeim.	Hartgebilde treten auf (Fig. 53).	Schwach knospenf Schmelzkeim. (Fig. 54)	Glockenf. Schmelzk. (Fig. 55).

Dagegen ist die Frage, *wie diejenigen Ante-Molaren zu beurtheilen sind, an deren Stelle keine Ersatzzähne auftreten*, also nach der im Vorhergehenden angewandten Bezeichnung die Zähne:

$$\frac{I\,3,\ P\,2}{I\,3,\ C\quad P\,3},$$

nicht so leicht zu beantworten. Berücksichtigen wir zunächst die ontogenetischen, oben mitgetheilten Thatsachen, so sprechen diese entschieden für die Deutung, welche ich bereits in meiner ersten vorläufigen Mittheilung (III pag. 518) vertreten habe, dass die letztgenannten Ante-Molaren zu derselben Dentitionsreihe wie die oben erwähnten Milchzähne gehören, somit persistirende Milchzähne sind oder, falls wir die Ausdrücke Milch- und Ersatzzähne gegen die exakteren erste und zweite Dentition vertauschen, dass dieselben der ersten Dentition angehören.

Die zu Gunsten einer solchen Auffassung anzuführenden Momente sind:

1) Die Anlagen besagter Ante-Molaren differenziren sich von der Schmelzleiste gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig mit solchen Zähnen, deren Eigenschaft als zur ersten Dentition gehörend durch das Vorkommen von Nachfolgern sicher gestellt ist. Die geringen Verschiedenheiten, welche wir in dieser Beziehung zwischen den beiden Zahngruppen angetroffen haben, erklären sich völlig befriedigend durch die zu erreichende verschiedene Grösse (siehe oben pag. 34); wo die fraglichen Zähne den andern nicht an Grösse nachstehen, fällt auch ihre Anlage (und Ausbildung) in dieselbe Periode.

2) Die Art und Weise der Differenzirung und des Verhaltens zur Schmelzleiste ist völlig dieselbe bei den persistirenden und verschwindenden (Milch-) Ante-Molaren. Ich verweise besonders auf solche Bilder, wie eines in Fig. 16 dargestellt ist. In Bezug auf das Niveau, auf welcher der Schmelzkeim an der Schmelzleiste entsteht, ist zu bemerken, dass alle nicht wechselnden Ante-Molaren und im Oberkiefer ausserdem Id 2 oberflächlicher als die andern d. h. unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel angelegt werden. Es dürfte also diese Differenz in erster Linie mit der geringern Grösse der betreffenden Zähne in Beziehung zu bringen sein, wenn auch das Fehlen eines Zahnwechsels ebenfalls von Einfluss sein kann; vergleiche unten bei Didelphys. Dagegen sind wir nicht berechtigt zu Gunsten der Milchzahnnatur besagter Zähne den Umstand anzuführen, dass lingualwärts von ihnen ein freies Schmelzleistenende vorkommt, oder dass aus diesem sogar eine Schmelzkeim-ähnliche Anschwellung hervorgehen kann. Es kommt nämlich (vergleiche unten) diese Erscheinung auch bei ächten Ersatzzähnen vor.

3) Auch der allerdings minder bedeutsame Umstand ist zu erwähnen, dass die fraglichen Zähne zusammen mit den Milchzähnen funktioniren.

Falls wir diese Ansicht acceptiren, wäre also, da besagte Ante-Molaren während des ganzen Lebens des Thieres functioniren, das definitive, persistirende Gebiss beim Igel aus Faktoren sowohl der ersten als der zweiten Dentition zusammengesetzt.

Gegen obengenannte Auffassung und für die Ansicht, dass besagte Zähne den Ersatzzähnen entsprechen, also der zweiten Dentition angehören, lassen sich folgende Gründe anführen.

Von ontogenetischem Gesichtspunkte ist das Verhalten des obern C zu berücksichtigen. Derselbe gehört, wie wir gesehen haben, seiner ganzen Entwicklung nach der zweiten Dentition an; aber durch beschleunigtes Wachsthum, welches mit dem Rudimentärwerden und dem zeitigen Ausfall des C d in Beziehung steht, wird er wenig später als die Zähne der ersten Dentition fertig und functionirt zusammen mit diesen. Nehmen wir nun an, dass die Entwicklung auch künftig in der eingeschlagenen Richtung weiter geht, so wird C d allmählig völlig verschwinden und im Zusammenhange hiermit wird sich C noch früher anlegen und entwickeln und ganz in die Reihe der Ante-Molaren erster Funktionsserie übertreten. Diese Erwägung legt die Ansicht nahe, dass auch die andern nicht wechselnden Ante-Molaren ursprünglich der zweiten Dentition angehörten und dass sie Vorgänger gehabt haben, welche sie im Laufe der Ontogenese verloren und durch deren Verlust ihre Anlage und Ausbildung beschleunigt wurde. Diese Auffassung wird auch durch das Verkommen einer rudimentären Zahnanlage labialwärts vom obern I 3 unterstützt, welche Anlage beim neugeborenen Thiere das knospenförmige Schmelzkeimstadium erreicht, um dann beim 83 Mm langen Jungen zu einem „Epithelialnest" zu degeneriren (vergleiche oben pag. 28—32, Fig. 37—40, 43, 52). Die Anlage ist in diesem Zusammenhange als ein Rest des I d 3 aufzufassen. I 3 aber entwickelt sich, wie wir gesehen haben, ganz so wie die übrigen Ante-Molaren ohne Vorgänger und illustrirt in belehrender Weise, wie C bei weiter vorgeschrittener Reduktion des C d sich in der Ontogenese verhalten würde: es bedarf für C nur des Wegfalls des Vorgängers um sein Entwicklungstempo zu beschleunigen und in eine jüngere Dentitionsreihe überzutreten. Wir haben also bei Erinaceus zwischen Zähnen mit funktionirenden Vorgängern und Zähnen ohne nachweisbare Vorgänger eine vollständige Stufenleiter.

Auch bei anderen Thieren (vergleiche unten bei *Phoca*) habe ich analoge ontogenetische Befunde, welche die letztgenannte Alternative stützen, vorgefunden.

Schwerer aber als diese ontogenetischen Befunde wiegen die aus der vergleichenden Anatomie geholten Erwägungen. Ich greife deshalb den in dem zweiten Theil dieser Arbeit zu behandelnden Thatsachen vor, um in gedrängter Kürze Einige die Beantwortung der vorliegenden Frage fördernde Momente anzuführen.

Innerhalb der Insektivorenordnung giebt es eine verbreitete Differenzirungsrichtung der Ante-Molarenreihe, welche dahin geht, dass die vordersten Schneidezähne eine höhere Differenzirung erlangen, während gleichzeitig die mittlern Ante-Molaren in demselben Maasse physiologisch entlastet und morphologisch reduzirt werden. Bei diesem Vorgange verhalten sich besonders zwei Zähne charakteristisch, nämlich der untere I 1 und C. Ersterer ist in demselben Maasse reduzirt wie I 2 sich ausbildet und er verschwindet schliesslich ganz, so dass es im Unterkiefer I 2 ist, welcher die dem obern I 1 entsprechende Entfaltung erlangt. C weist bei diesem Vorgange alle Gradationen von der typischen Ausbildung bis zur völligen Uebereinstimmung mit den umstehenden Schneidezähnen, resp. Prämolaren auf. In der sehr natürlichen Familie der *Talpidae* kommt dieser Differenzirungsprozess in verschiedenem Maasse und auch in etwas verschiedener Art zum Ausdrucke: von *Talpa* mit typisch entwickelter Eckzahnkrone ausgehend kommen wir zunächst — ich mache keinen Anspruch darauf hier die Contouren des historischen Vorganges zu entwerfen — zu solchen Formen wie *Scaptonyx*, wo die Eckzähne nicht mehr als solche differenzirt sind; in weiterem Verlaufe bildet sich der untere I 2 aus und I 1 ebenso wie die vordern Prämolaren werden entweder nur schwächer (*Scapanus*, *Myogale*) oder ausserdem noch

in ihrer Anzahl verringert *(Scalops)*. Noch ein Schritt: der untere I 1 ist verschwunden, und die Anzahl der Prämolären wird noch kleiner *(Urotrichus, Uropsilus)*.

Eine Differenzirungsstufe, welche etwa derjenigen bei *Scapanus* etc. entspricht, nehmen unter den andern Insectivoren *Potamogale* und *Solenodon* ein. Auch in der Familie der *Centetidae* ist diese Bahn von *Microgale* (Reduction des C und des untern I 1) betreten worden. Ihre höchste Entwicklung innerhalb der Insectivorenordnung erreicht diese Differenzirungsart bei den *Soricidae*, wo die minderwerthigen Ante-Molaren im Unterkiefer so gut wie vollständig, im Oberkiefer in verschiedenem Grade (am vollständigsten bei dem auch sonst hoch specialisirten *Anourosorex*) unterdrückt sind. Als charakteristisch für diesen Differenzirungsmodus kann ferner angeführt werden, dass besagter Process bei höherer Ausbildung *(Urotrichus, Uropsilus, Soricidae)* im Unterkiefer stets weiter fortgeschritten ist als im Oberkiefer.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit hervorheben, dass diese Differenzirungsart auch bei andern Säugethiergruppen vorkommt. So ist jedenfalls das Gebiss der *Phalangistidae* und wohl auch dasjenige der *Plagiaulacidae* von diesem Gesichtspunkte aus zu beurtheilen. Bei den *Tillodontien* hat schon Cope (pag. 4) auf die Reduktion des untern I 1 aufmerksam gemacht. Das über den Unterschied der obern und untern Zähne Gesagte hat auch für diese Formen seine Gültigkeit.

In Hinblick auf diese Thatsachen sowie auf die primitiveren Formen innerhalb der Familie Erinaceidae: *Necrogymnurus, Gymnura* und *Hylomys*, von welchen, wie ich durch Untersuchung der übrigen Organisationsverhältnisse mich habe überzeugen können, *Hylomys* eine Mittelstellung zwischen *Gymnura* und *Erinaceus* einnimmt, muss jedenfalls auch das Erinaceus-Gebiss als durch einen analogen Differenzirungsgang: Entwerthung der mittleren und höhere Ausbildung der vorderen Ante-Molaren entstanden, aufgefasst werden. Während *Gymnura* beinahe typische Eckzähne bei mässiger Differenzirung der (oberen) Schneidezähne aufweist, sind bei *Hylomys* die Eckzähne nicht differenzirt (d. h. sie sind Prämolaren-ähnlich); bei *Erinaceus* endlich ist nicht nur C im Unterkiefer stets, im Oberkiefer meist Prämolaren-ähnlich, sondern auch die Anzahl der Ante-Molaren ist reduzirt und, — was besonders bemerkenswert ist — auch der untere I 1 ist verloren gegangen, wie dies noch in der Ontogenese nachweisbar ist (siehe pag. 41). Da überdies auch hier die Differenzirung im Unterkiefer weiter vorgeschritten ist als im Oberkiefer, so dürfte die von mir vorgetragene Deutung des Erinaceus-Gebisses nicht beanstandet werden können.

Da nun bei den wenig specialisirten Gymnura und Hylomys ein so gut wie vollständiger Zahnwechsel vorkommt, derselbe dagegen bei den am höchsten differenzirten Soricidae (siehe unten) gänzlich fehlt, so — und dies ist der Grund, weshalb ich diese Verhältnisse schon hier erwähnt habe — ist nur zu erwarten, dass bei Erinaceus, welcher in der Differenzirung des Zahnsystems eine Mittelstellung einnimmt, der Zahnwechsel theilweise verloren gegangen ist, und dass diese Reduktion naturgemäss bei den physiologisch am meisten entwertheten mittleren Ante-Molaren ihren Anfang genommen haben muss.

Aus der obigen Darlegung ergiebt sich also, dass bei Erinaceus die keinem Zahnwechsel unterworfenen Ante-Molaren ursprünglich der zweiten Dentition angehörten, dass sie aber durch den Verlust der entsprechenden Zähne der ersten Dentition ihr Entwicklungstempo beschleunigten und so allmählig in die Reihe der ersten Dentition übertraten, um zuerst zusammen

mit dieser, später zusammen mit den Ersatzzähnen zu funktioniren. Ontogenetisch ist dieser Entwicklungsgang in seinen verschiedenen Stationen noch bei I 3 und C im Oberkiefer vorgezeichnet.

Wenn ich auch somit davon abgekommen bin die fraglichen Zähne als echte Milchzähne zu bezeichnen, wie ich in meiner ersten Mittheilung (III pag. 518) gethan hatte[1]), so ist doch, wie wir sahen, jene Auffassung vom rein ontogenetischen Standpunkte durchaus berechtigt und würde auch angenommen werden müssen, wenn sie nicht durch die vergleichend-anatomische Untersuchung corrigirt würde.

Wir stehen nämlich hier wieder einmal vor einer Art von Cänogenesis. Ich habe diesen Fall ausführlicher behandelt, weil er für eine exacte Auffassung der Beziehungen der beiden Dentitionen zu einander von grösster Bedeutung ist; in lehrreicher Weise beleuchtet er einen auch im folgenden mehrfach zu behandelnden Process: das sekundäre In-einander-Wachsen ursprünglich getrennter Dentitionen, den Uebertritt eines Zahnes von der einen Dentition in die andere während der Ontogenese, indem die Entwicklung einzelner Zähne beschleunigt oder gehemmt wird. Die Grenzen zwischen zwei Dentitionen sind eben nicht starr und unüberschreitbar, eine Thatsache die allerdings nicht als Einwand gegen die Annahme verschiedener Dentitionen als verschiedener Zahngenerationen angeführt werden kann, wie das schon früher von mir (IV pag. 137) nachgewiesen ist. Aber schon hier mag betont werden, was auch durch die nachfolgenden Untersuchungen bekräftigt wird: es giebt kein einzelnes, unfehlbares Kriterium, um in jedem Falle zu entscheiden, welcher Dentition (d. h. Zahngeneration) ein Zahn angehört; nur ein vergleichendes Abwägen aller morphologischen Gründe kann den Ausschlag geben[2]).

Wir haben nun einiger Zahnanlagen zu gedenken, deren vollständige Ausbildung bei Erinaceus bisher nicht beobachtet ist. Der vorderste Schneidezahn im Unterkiefer entsteht beim 14 Mm langen Embryo (Stad. B) in ziemlich grosser Entfernung vom vordern Kieferrande. Vor ihm ist schon im nächsten Stadium (C) ein knospenförmiger Schmelzkeim schwach angedeutet, welcher bereits beim 38 Mm langen Embryo (Stad. D) das Culmen seiner Entwicklung erreicht (Fig. 13); schon auf dem folgenden Stadium ist er in Reduktion begriffen (Fig. 14), und beim 74 Mm langen Jungen (Fig. 27) steht er der völligen Verödung nahe. Wir haben es also mit dem Reste eines zu Grunde gegangenen Schneidezahns zu thun, und dies beweist, dass der vorderste verkalkte Schneidezahn im Unterkiefer nicht Id 1 (I 1) sondern Id 2 (I 2) ist — ein Ergebniss, welches sich in vollkommenster Weise mit den oben vorgetragenen vergleichend-anatomischen Thatsachen deckt. Aus der zähern Natur der Zähne der zweiten Dentition möchte ich schliessen, dass der fragliche Rest I 1 und nicht Id 1 ist; doch erscheint mir diese Frage von untergeordneter Bedeutung.

Ferner treffen wir beim neugeborenen Jungen (Körperlänge 55 Mm) im Unterkiefer hinter Pd 4 einen kleinen kappenförmigen Schmelzkeim an (Fig. 18, 19), welchen ich oben dem von

---

[1]) Dadurch werden natürlich die auf den Fall I 3 gestützten Deutungen von der der ersten Dentition vorangegangenen Dentition in Frage gestellt, keineswegs aber das Vorkommen einer solchen Dentition bei den Säugethieren überhaupt; ich habe dieselbe schon früher bei *Didelphys*, *Myrmecobius* (IV pag. 116—119) etc., an andern Punkten selbst beim Igel nachgewiesen. Wie wir unten sehen werden, scheinen Spuren einer solchen Dentition sehr verbreitet zu sein.

[2]) Vergleiche auch meine frühern Ausführungen (IV pag. 136—141).

Baume bei einem Schweinsembryo gefundenen Gebilde an die Seite gestellt habe. Vornehmlich auf diesen Befund stützt Baume seine Behauptung, dass die bleibenden Zähne sich aus noch übrig gebliebenen Resten der Schmelzleiste, welche niemals an der Bildung der Milchzähne betheiligt gewesen sind, entwickeln. Ich habe schon (pag. 23) die Haltlosigkeit dieser Annahme nachgewiesen. Hier mag nur betont werden, dass solche Gebilde verkümmerte Schmelzkeime sind, aus denen sich in der Regel kein Zahn entwickelt; sie sind somit in phylogenetischer Hinsicht bemerkenswerthe Fakta, aber für unsere Auffassung des Verhaltens der „Milchzähne" zu den „Ersatzzähnen" besitzen sie keine Beweiskraft.

In derselben Weise ist jedenfalls ein knospenförmiger Schmelzkeim zu beurtheilen, den ich bei zwei aufeinander folgenden Stadien (F und G) im Unterkiefer neben dem Anfangstheile des P d 4 beobachten konnte; einen solchen fand ich auch zwischen P 2 und P d 3 im Oberkiefer auf dem Stadium F.

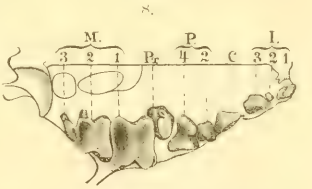
Diese Befunde sind desshalb von besonderem Interesse, weil sie in der Prämolarenreihe vorkommen, wo, wie die phylogenetische Untersuchung lehrt, bei Erinaceus im Lauf der Stammesentwicklung Zähne verloren gegangen sind. Sie können also dem oben erwähnten Befunde eines noch ontogenetisch nachweisbaren untern I 1 an die Seite gestellt werden.

Unter einen andern Gesichtspunkt fallen dagegen einige leisten- oder knospenförmige Hervorragungen, welche in wechselnder Ausbildung ihren Ursprung von dem oberflächlichen Theile der lingualen oder labialen Fläche der Schmelzleiste unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel nehmen. Es scheint mir wissenschaftlich unzulässig zu sein, solche Dinge, sobald sie sich der angenommenen Doktrin nicht unbedingt und willig fügen, mit der Bezeichnung „irrelevant" oder „zufällig" abzufertigen — abgesehen davon, dass durch eine solche Bagatellisirung nichts erklärt wird. Was zunächst die von der labialen Fläche ausgehenden Sprossen oder Leisten betrifft, so ist zu bemerken, dass solche nur auf dem Embryonalstadium (Fig. 3), nicht aber später beobachtet werden und zwar vorzugsweise im Unterkiefer. Erinnern wir uns, wie aus eben einer solchen oberflächlichen Leiste der nicht zu missdeutende, knospenförmige Schmelzkeim eines nicht zur Ausbildung gelangenden oberen I d 3 (Fig. 37—40, 43, 44) hervorgeht; berücksichtigen wir ferner die früher (IV pag. 114—119) bei Myrmecobius geschilderten Befunde sowie die oben bei dem jüngsten (14 Mm) in Frage kommenden Embryo beschriebenen und in Fig. 5 abgebildeten Sprossen, so ergiebt sich, dass besagte labiale Hervorragungen als Reste, resp. Andeutungen einer den betreffenden Zähnen vorangegangenen Dentition aufzufassen sind, da, wie wohl allgemein zugestanden wird[1]), die ältere Dentition stets labialwärts von der jüngern auftritt. Da ich nun ferner diese Hervorragungen nicht nur labialwärts von „Ersatzzähnen" sondern auch von ächten „Milchzähnen" (und Molaren) gefunden, so folgt hieraus, dass bei Erinaceus Reste einer der ersten Dentition vorangegangenen, älteren Zahngeneration vorkommen.

[1]) Vergleiche meine frühere Darlegung in III pag. 530—531. Ich benutze diese Gelegenheit, meine am letzt citirten Orte gegen Kükenthal gemachte Bemerkung zurückzunehmen. K. hat nämlich später (II pag. 447, Note) gezeigt, dass es auch stets seine Ansicht gewesen, dass die erste Dentition die ältere ist.

Gegen die Annahme, dass auch die lingualwärts von der Schmelzleiste, ebenfalls nur auf frühern Stadien häufig vorkommenden Sprossen und Leistenbildungen die Anlagen resp. Andeutungen einer jüngern Dentition seien, lässt sich allerdings der sehr ernste Einwurf machen, dass bisher keine Beobachtung vorliegt, aus der sich ergebe, dass eine Schmelzkeimanlage aus einer solchen Bildung hervorgegangen sei. Ihr häufiges Auftreten und ihre Aehnlichkeit mit den labialwärts abgehenden Leisten rechtfertigen jedoch bis auf weiteres die Anschauung, dass dieselben wenigstens die Möglichkeit, die Voraussetzung einer jüngeren Dentition repräsentiren.

Jedenfalls sind die Entwicklungsmöglichkeiten mit der zweiten Dentition nicht abgeschlossen. Lingualwärts von mehreren der zweiten Dentition angehörenden Zähnen, dem unteren I 3 (Fig. 27, 30), C, dem oberen I 3 (Fig. 49), P 3 (Fig. 57) und P 4, (Fig 55) erscheint, wenn der betreffende Schmelzkeim etwa das glockenförmige Stadium erreicht hat[1]) ein freies Schmelzleistenende („Knospe"), womit die Möglichkeit einer dritten Dentition gegeben ist. Ja, beim 74 Mm langen Jungen ist diese Möglichkeit bis zu dem Zustandekommen einer wirklichen Zahnanlage lingualwärts vom untern I 3 realisirt: das Schmelzleistende hat sich hier zu einem fast kappenförmigen Schmelzkeim, welcher von verdichtetem Bindegewebe, also von einem Zahnsacke, umgeben ist, entwickelt (Fig. 29, 30); auch lingualwärts vom C desselben Stadiums findet sich ein knospenförmiger Schmelzkeim. Dass nun in der That — in seltenen Fällen — ein völlig ausgebildeter Zahn aus einer solchen „Knospe" hervorgehen kann, dass beweist der hier abgebildete Schädel eines *Erinaceus micropus* (Textfigur 8), wo lingualwärts vom obern P 4, neben dessen glockenförmigen Schmelzkeim ich, wie erwähnt, ein freies Schmelzleistenende gefunden habe (Fig. 55), ein vollständig entwickelter Zahn auftritt. Dass der letztere, zusammen mit den übrigen fungirt hat, wird durch die Abnützung der Krone sicher gestellt.



Erinaceus micropus. Oberkiefer von der Gaumenseite gesehen. Px Prämolar der dritten Dentition. $^2/_1$ natürlicher Grösse.

Ich bemerke schliesslich noch, dass lingualwärts von den Molaren, wenigstens den beiden ersten, auf geeigneten Stadien stets ein freies Schmelzleistenende vorhanden ist. Betreffs der von mir schon früher befürworteten Zuzählung dieser Zähne zur ersten Dentition verweise ich auf das Schlusskapitel dieses Theiles.

Die endgiltige Beurtheilung der obigen Thatsachen erfolgt am zweckmässigsten erst nach der Schilderung der bei den übrigen Thierformen beobachteten Befunde.

Die gewöhnliche Angabe der gebräuchlichen Hand- und Lehrbücher, dass beim ersten Auftreten der Schmelzleiste eine s. g. Zahnfurche vorkommt, trifft ebensowenig für Erinaceus wie für *Mensch*, *Didelphys*, *Tatusia* etc. zu. Die einzige Furche, welche zugleich mit der Schmelzleiste auftritt, ist die Lippenfurche, welche aber jedenfalls nichts mit der als Zahnfurche beschriebenen Bildung zu thun hat. Weder Baume's Behauptung (pag. 64), dass die Schmelzleiste ganz in der Nähe der Lippenfurche, gewöhnlich aus dieser selbst ihre Entstehung nehme, noch Röse's Beobachtung (I pag. 481), dass die Schmelz- und „Lippenfurchenleiste" beim Menschen aus einer gemeinsamen Anlage hervorgehen, gelten für Erinaceus. Die genannten Gebilde; die Lippenfurche, resp. Lippenfurchenleiste und die Schmelzleiste, gehen bei

[1]) Vergleiche auch meine früheren Darlegungen (III pag. 529) sowie das Schlusskapitel dieses Theils.

Erinaceus nicht aus einer gemeinsamen, sondern aus getrennten Anlagen hervor. Nur sekundär, erst nachdem aus der Lippenfurche eine Lippenfurchenleiste entstanden, können obengenannte Bildungen mit einander in Verbindung treten (vergleiche oben Stad. E pag. 22). Bei der Entwicklung des Vestibulum oris im Unterkiefer können wir folgende drei Stadien unterscheiden:

1) Entstehung einer Furche (Lippenfurche) unmittelbar lateralwärts vom Abgange der Schmelzleiste, etwa gleichzeitig mit der ersten Anlage der Schmelzkeime (Fig. 1, 2).

2) Vertiefung und Ausfüllung dieser Furche durch glasklare Epithelzellen, wodurch eine Leiste entsteht, welche von Pouchet & Chabry als mur plongeant, von Röse als Lippenfurchenleiste bezeichnet worden ist. Bei Erinaceus ist diese Lippenfurchenleiste somit eine sekundäre, aus der Lippenfurche hervorgegangene Erscheinung.

3) Entstehung des Vestibulum oris durch Zerfall dieser Zellen in der Mitte der Leiste.

Verschieden gestaltet sich die Lippenbildung im Oberkiefer. Im vordern Kiefertheile entsteht diese einfach durch eine Abbiegung der lateralen Partie. Hinter der Region der Schneidezähne verdickt sich lateralwärts vom Abgange der Schmelzleiste das Epithel, so dass eine dicke Leiste, welche die Mundhöhle nach aussen begrenzt, entsteht. Das Vestibulum oris kommt im Oberkiefer dadurch zu Stande, dass sich die Schleimhaut lateralwärts von dieser Leiste allmählich immer tiefer faltet.

Zahnwall und Zahnfurche treten später als die Zahnanlagen auf, nämlich erst beim 23 Mm langen Embryo (Stad. C). Der Zahnwall besteht aus grossen, klaren Zellen von derselben Beschaffenheit wie die die Lippenfurche ausfüllenden. Aus der obigen Schilderung geht in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen der neueren Autoren hervor, dass Zahnwall und Zahnfurche in keiner Beziehung zur Zahnentstehung oder Zahnentwicklung stehen. Vielmehr scheint es mir nicht zweifelhaft zu sein, dass jene Bildungen wesentlich nur für die Konfiguration der Mundhöhle während der zahnlosen Lebensperiode von Bedeutung sind (vergleiche oben pag. 17).

Ericulus setosus.

Angaben über Milchgebiss und Zahnwechsel bei der diese Thierart aufnehmenden Familie der *Centetidae*, welche eine sowohl morphologisch als geographisch gut umschriebene Gruppe bildet, finden sich zuerst bei Cuvier-Duvernoy (pag. 242), wo das Vorkommen eines Milchgebisses und der späte Zahnwechsel bei *Centetes* kurz erwähnt wird, während Blainville (pag. 63) das Vorkommen eines Zahnwechsels bei demselben Thiere bestimmt verneint. Die erste genaue Beschreibung der Milchzähne desselben Thieres verdanken wir Reinhardt (I). Dobson (pag. 73) hat ohne Reinhardt's Arbeit zu kennen das Milchgebiss bei *Centetes* und *Hemicentetes* beschrieben und abgebildet. Neuerdings macht Thomas (III) Angaben über die Milchzähne bei *Centetes*, *Ericulus* und *Echinops*.

An mikroskopischen Schnitten ist bisher bei keinem Repräsentanten dieser Familie die Zahnentwickelung untersucht worden.

Die Zahnformel des Ericulus ist:

$$\mathrm{J}\ \begin{matrix} 1. & 2. \\ 1. & 2. \\ 1. & 2. \end{matrix}\quad \mathrm{C}\ \begin{matrix} 1. \\ 1. \\ 1. \end{matrix}\quad \mathrm{P}\ \begin{matrix} 2. & 3. & 4. \\ 2. & 3. & 4. \\ 2. & 3. & 4. \end{matrix}\quad \mathrm{M}\ \begin{matrix} 1. & 2. & 3. \\ 1. & 2. & 3. \end{matrix}$$

Die nachfolgenden Beobachtungen sind an Frontalschnitten zweier Individuen gemacht worden:

Stadium A. Embryo. Länge vom Scheitel bis zur Schwanzwurzel 47 Mm. Stachelspitzen sichtbar, längere Haare im Gesicht.

Stadium B. Junges Thier. Länge von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzwurzel 70 Mm. Vollständige Stachelbekleidung. Blind. Kein Zahn hat das Zahnfleisch durchbrochen.

Stadium A.

Alle Zähne der ersten Dentition sowie M 1 und M 2 sind stark verkalkt. Die Schmelzleiste ist bereits auf langen Strecken verschwunden, indem sie nur lingualwärts von einem kleinen Theile der Ante-Molaren der ersten Dentition vorhanden ist, wo sie sich auf den Frontalschnitten als keulenförmiger Strang repräsentirt; nirgends existirt ein Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel — doch kann ein deutlicher, bis in die Nähe des letztern reichender Rest des oberflächlichen Theils vorhanden sein — und nur ausnahmsweise ein Zusammenhang mit den Schmelzkeimen der Milchzähne. In der Region der M 1 und M 2 sind nur schwache Reste der Schmelzleiste erhalten.

Stadium B.

Die Weiterentwickelung zeigt sich darin, dass der oberflächliche schmale Theil der Schmelzleiste in grösserer oder geringerer Ausdehnung resorbirt ist, so dass z. B. neben dem untern C d nur das den Schmelzkeim bildende tiefe Ende vorhanden ist. Doch ist zu bemerken, dass neben dem obern C d eine deutliche Weiterentwicklung d. h. Verstärkung auch des oberflächlichen Theiles der Schmelzleiste stattgefunden hat. Andere Stellen wiederum zeigen in besonders instructiver Weise, wie der nicht den Schmelzkeim producirende Theil der Leiste durch das wachsende Knochengewebe zerstört wird. Die Schmelzkeime der Ersatzzähne sind stärker markirt; doch hat keiner von ihnen das knospenförmige Stadium überschritten. Ganz in derselben Weise wie lingualwärts von den Milchbackenzähnen tritt die Schmelzleiste auch lingualwärts vom M 2 auf, um eine Anschwellung zu bilden: den knospenförmigen Schmelzkeim des M 3.

Im Vergleich mit Erinaceus schwindet, wie wir gesehen haben, bei Ericulus der oberflächliche Theil der Schmelzleiste sowie der Zusammenhang derselben mit den Schmelzkeimen der Milchzähne schon frühe. Bei Erinaceus vollziehen sich diese Processe erst, wenn die Anlagen der Ersatzzähne das kappenförmige Stadium erreicht haben, während bei Ericulus bereits die Schmelzleistentheile, welche die knospenförmigen Schmelzkeime der Ersatzzähne tragen, von den Milchzähnen abgelöst sind. Dieses langsamere Entwicklungstempo der Ersatzzähne bei Ericulus manifestirt sich auch darin, dass bei Erinaceus mit so weit entwickelten Milchzähnen wie solche z. B. das Stadium B. des Ericulus hat, die Ersatzzähne viel mehr ausgebildet sind.

Es steht dieser Unterschied in der Ausbildungsgeschwindigkeit in Zusammenhang mit der bedeutenderen Rolle, welche die Milchzähne der Centetidae spielen.

Da die vergleichend anatomische Musterung der Centetidae zu der Auffassung führt, dass im heutigen Gebiss des Ericulus Schneidezähne verloren gegangen sind, welche andere Mitglieder der Familie besitzen, so bemerke ich als einigermassen auffallend, dass sich keine Spuren einer solchen Reduction ontogenetisch haben nachweisen lassen.

Soricidae.

Frühere Untersuchungen.

In Cuvier's Leçons d'anatomie comparée, 2. Aufl., spricht Duvernoy die Vermuthung aus, dass bei den Soriciden nur eine Dentition vorhanden sei. Später macht er dagegen folgende höchst eingenthümlichen Angaben über diesen Gegenstand (pag. 72): „Les dents des musaraignes se renouvellent à la fois comme par une sorte de mue partielle. Ce renouvellement paraît avoir lieu au mois de juillet dans nos climats. Il doit se faire en peu de temps, l'animal étant probablement dans l'impossibilité de saisir une proie et de la dévorer aussi longtemps qu'il dure". Anders lauten die Angaben Owen's (pag. 423): bei einem Embryo von Crocidura aranea sollen $\frac{4}{3}$ sehr kleine Milchzähne von einfacher Form vorkommen, welche vor der Geburt verschwinden. Brandt (pag. 35) lässt es unentschieden, ob die Milchzähne der Spitzmäuse noch vor der Geburt gewechselt werden, oder ob diese Thiere gar kein Milchgebiss besitzen; das letztere hält er für das Wahrscheinlichste.

Viel später hat Tauber (I) Owen's Angaben zu bekräftigen und zu erweitern versucht und zwar nach Untersuchungen, welche T. an Embryonen von Sorex vulgaris und Crossopus fodiens angestellt hat: Sorex hat wahrscheinlich $\frac{7}{3}$ und Crossopus $\frac{6}{3}$ Milchzähne; dieselben sollen nach aussen und „oben" von den Ersatzzähnen sitzen; auch ihr Aussehen wird beschrieben und von denselben werden Abbildungen gegeben (Taf. XI, Fig. 4, 5). Schliesslich will auch Winge (I pag. 23 bis 24) Milchzähne bei Crocidura und Sorex gesehen haben, welche Zähne „vollständig rudimentär, im Zahnfleisch eingeschlossen und vor der Geburt aufgelöst" werden sollen.

Mikroskopische Schnitte sind bisher nicht untersucht worden.

Eigene Untersuchungen.

Ich habe Frontalschnitte von folgenden zwei Arten untersucht:

1) Sorex vulgaris. Stadium A. Nackter Embryo. Länge vom Scheitel zur hintern Körperwandung 14 Mm.

Stadium B. Dito 18 Mm.

Stadium C. Dito 19 Mm.

2) Crossopus fodiens. Stadium A. Nackter Embryo. Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel circa [1]) 10 Mm.

Stadium B. Junges, beinahe nacktes Thier. Dito 33 Mm.

Das persistirende Gebiss besteht bei Sorex von

$$J\ \frac{1.\ 2.\ 3.\ 4.}{2.}\quad C\ \frac{1.}{1.}\quad P\ \frac{3.\ 4.}{4.}\quad M\ \frac{1.\ 2.\ 3.}{1.\ 2.\ 3.},$$

bei Crossopus von

$$J\ \frac{1.\ 2.\ 3.\ 4.}{2.}\quad C\ \frac{1.}{1.}\quad P\ \frac{4.}{4.}\quad M\ \frac{1.\ 2.\ 3.}{1.\ 2.\ 3.}\ ^{2})$$

[1]) Da der Körper des Embryo theilweise verstümmelt war, ist das Maass nicht völlig correct.

[2]) Obige Zahnformeln sind, was die Homologien der einzelnen Zähne betrifft, nur als provisorisch zu betrachten.

Bei dem jüngsten der untersuchten Stadien (Crossopus Stad. A.) stehen die Anlagen der vordersten Schneidezähne in beiden Kiefern auf dem Anfange des glockenförmigen Stadiums, während die übrigen Anlagen weniger weit entwickelt sind. Alle — mit Ausnahme einiger der hinteren Schmelzkeime — liegen unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel, so dass man keinen Theil der Anlage als besondere Schmelzleiste unterscheiden kann. Auch zwischen den Zahnanlagen ist keine Schmelzleiste nachweisbar.

Im Unterkiefer des nächsten Stadiums (Sorex Stad. A.) hat J 2 Hartgebilde erhalten; M 1 und 2 haben das glocken-, C und P 4 das kappenförmige Schmelzkeimstadium erreicht; M 3 ist als Knospe angelegt. Die Schmelzleiste fängt bei den glockenförmigen Schmelzkeimen an sich abzuschnüren und hat ein freies tiefes Ende. Entsprechende Befunde weisen die Zahnanlagen im Oberkiefer auf.

Die nächstälteren Stadien (Sorex Stad. B. und C.) sind relativ wenig weiter entwickelt. Besonders bemerkenswerth ist der Umstand, dass neben den am weitesten entwickelten Zähnen, nämlich den vordersten Schneidezähnen in beiden Kiefern, welche Zähne schon stark verkalkt sind, keine Schmelzleiste mehr vorhanden ist. Dagegen ist dieselbe, wie zu erwarten, bei den auf dem glockenförmigen Stadium stehenden Zähnen: dem unteren P 4, oberen J 2 etc. noch nachweisbar.

Bei dem jungen Crossopus (Stad. B.) sind die Zähne gut verkalkt, am meisten $\frac{J\,1}{J\,2}$, am wenigsten M $\frac{3}{3}$, aber es hat noch kein Zahn das Zahnfleisch durchbrochen. Von einer Schmelzleiste existirt keine Spur mehr.

Bei allen Soricidae zeichnen sich die Zellen des innern Schmelzepithels durch ihre ausserordentliche Länge aus, ein Umstand, welcher offenbar durch die starke Schmelzbildung bei diesen Thieren bedingt wird.

Die obigen Untersuchungen beweisen, dass, wie ich schon früher (III pag. 520) mitgetheilt, bei Sorex und Crossopus — und sicherlich auch bei den übrigen Soriciden — nur *eine* Dentition vorkommt, ein Resultat, das also mit den Angaben aller frühern Forscher, welche sich mit diesem Gegenstand beschäftigt haben, in Widerspruch steht (siehe oben). Obgleich nun die Angaben von dem Vorkommen eines Zahnwechsels theilweise in sehr bestimmter Form vorliegen und diejenigen Tauber's sogar durch Abbildungen belegt sind, stehe ich nicht an zu behaupten, dass die Angaben durch unrichtige Deutung der an Lupenpräparaten gemachten Beobachtungen entstanden sind: die eben verkalkten Spitzen der Ersatzzähne sind als Milchzähne gedeutet worden, und diese Auffassung ist nicht durch die Verfolgung der ferneren Entwicklung corrigirt worden. Ausserdem hat wohl auch die aprioristische Ueberzeugung von dem Vorhandensein eines Zahnwechsels zu diesem Resultate ihr Theil beigetragen.

Da nun das von mir untersuchte Material für die Entscheidung der vorliegenden Frage als in jeder Beziehung ausreichend betrachtet werden muss, indem es alle entscheidenden Entwicklungsstadien umfasst, von einem Stadium, wo die Mehrzahl der Zähne noch durch kappenförmige Schmelzkeime repräsentirt ist, bis zu einem mit den fast ausgebildeten, aber noch nicht durchgebrochenen Zähnen; da ferner durch die angewandte Untersuchungsmethode ein Uebersehen von Zahnanlagen oder gar Zähnen ausgeschlossen ist, so dürfte das von mir erlangte negative

Resultat die ältern Angaben, welche auf unzureichendem Material und unvollkommenen Untersuchungsmethoden basirt sind, widerlegen. Wie aus der oben gegebenen Beschreibung erhellt, tritt nur eine Zahnreihe auf, nämlich die persistirenden Zähne, deren allmählige Entwicklung ich bis zu fast vollständiger Reife verfolgen konnte. Ausser diesen ist kein Gebilde vorhanden, welches als Zahnkeim gedeutet werden kann, indem die Schmelzleiste unmittelbar nach Abschnürung der Schmelzkeime der persistirenden Zähne völlig verschwindet. Es fehlt jede Spur von Vorgängern der letztern ebenso wie jede Aussicht auf das Zustandekommen von Nachfolgern derselben.

Wenn wir somit constatiren können, dass bei den Soricidae nur eine Dentition vorkommt, so ist damit allerdings nicht die Frage entschieden, welcher Dentition bei den andern Säugethieren dieselbe entspricht. Dass das Auftreten eines freien Schmelzleistenendes lingualwärts von einer Zahnanlage, wie ich es auch hier gefunden, an und für sich nicht massgebend dafür sein kann, dass besagte Anlage der ersten Dentition angehört, habe ich schon früher (III pag. 529 und IV pag. 137) nachgewiesen. Dagegen scheinen mir vergleichend-anatomische Gründe, welche theilweise schon oben (pag. 39—41) erwähnt und auch im Folgenden zu berücksichtigen sein werden, dafür zu sprechen, dass durch die starke Differenzirung des Gebisses und bei der eigenartigen Befestigung der Zähne die erste Dentition bei den Soricidae verdrängt, resp. im Keime erstickt worden ist. Wir dürfen somit wohl annehmen, dass das persistirende Gebiss dieser Thiere mit der zweiten Dentition der übrigen Säugethiere zu identificiren ist.

Talpidae.

Frühere Untersuchungen.

Während Blainville (pag. 62) bei *Talpa europaea* — denn mit einer Ausnahme befassen sich alle Untersuchungen nur mit dieser Art — keinen Zahnwechsel beobachten konnte, behauptet Owen (pag. 423), dass derselbe intra-uterin erfolgt. Erst 1867 konnte Spence Bate beim jugendlichen Maulwurf eine vollständige Reihe von schwachen, meist stiftförmigen Milchzähnen vor den Molaren nachweisen. Zu wesentlich denselben Resultaten sind Tauber (I) und Kober, welcher auch einzelne mikroskopische Schnitte beschreibt, sowie Dobson in ausführlichen Darstellungen gelangt.

Betreffs des Milchgebisses der übrigen Talpiden liegen bisher nur über *Urotrichus talpoides* kurze Angaben von Günther vor.

Eigene Untersuchungen.

Talpa europaea.

Frontalschnitte sind von folgenden zwei Embryonen untersucht worden:
Stadium A: Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 20 Mm.
Stadium B: Dito. 31 Mm.
Die Zahnformel von Talpa europaea ist:

	1.	2.	3.		1.		1.	2.	3.	4.		1.	2.	3.		
J	1.	2.	3.	C	1.	P	1.	2.	3.	4.	M					
	1.	2.	3.		1.		1.	2.	3.	4.						
	1.	2.	3.		1.		1.	2.	3.	4.		1.	2.	3.		

Beim *Stadium A.* haben im Oberkiefer alle Milchzähne ebenso wie M 1 das glockenförmige Schmelzkeimstadium erreicht, nur Pd 1 steht noch auf der Grenze zwischen knospen- und kappenförmigem Stadium. Die meisten Schmelzkeime haben sich schon von der Schmelzleiste abgelöst und am tiefen Ende der letztern haben sich schon Ersatz-Schmelzkeime entwickelt, welche auf der Grenze zwischen knospen- und kappenförmigem Stadium stehen, bevor am Schmelzkeim der entsprechenden Milchzähne Hartgebilde aufgetreten sind. Wir haben also hier ein von den Befunden bei Erinaceus abweichendes Verhalten, da beim letztern die Schmelzkeime der Ersatzzähne erst auftreten, wenn die entsprechenden Milchzähne ihrer völligen Ausbildung viel näher sind.

Als ein weiterer beachtenswerther Umstand ist zu erwähnen, dass noch überall der Zusammenhang zwischen Schmelzleiste und Mundhöhlenepithel erhalten ist; erst über M 1 wird dieser Zusammenhang aufgehoben.

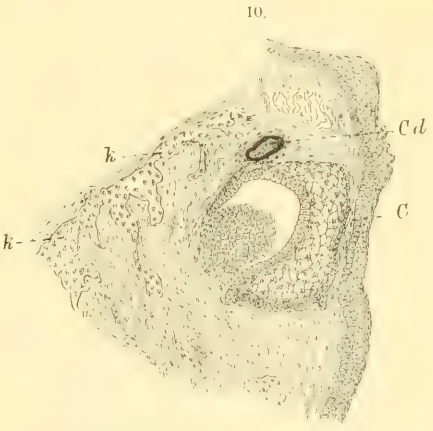
Der von dem Schmelzkeim des Milchzahns abgelöste Theil der Schmelzleiste hat eine bedeutendere Grösse (Dicke) als bei den vorher besprochenen Insectivoren. Auch darin verhält sich die Schmelzleiste abweichend, dass dieselbe sich ebenso weit oder weiter in das Mesoderm erstreckt als der Schmelzkeim des Milchzahns, welcher sich an ihr entwickelt; in dieser Hinsicht verhält sich nur der obere Cd bei Erinaceus (vergleiche Taf. VI, Fig. 42) übereinstimmend mit den Zahnanlagen bei Talpa.

Alle die hier angeführten Abweichungen lassen sich offenbar darauf zurückführen, dass die Milchzähne verglichen mit den Ersatzzähnen bei Talpa als rudimentär zu betrachten sind.

9.

Scalops-Junges (19 Mm). Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Diese wie die folgenden Figuren sind so orientirt, dass die rechte Seite vom Leser der Lingualfläche des Kiefers entspricht. $\frac{110}{1}$ nat. Grösse.

10.



Scalops-Junges (49 Mm). Wie Fig. 9 k. Kieferknochen.

Die Unterkieferzähne verhalten sich übereinstimmend.

Beim *Stadium B.* sind Hartgebilde an den Milchzähnen aufgetreten. Bemerkenswerth ist die Fortdauer des Zusammenhanges zwischen Mundhöhlenepithel und Schmelzleiste.

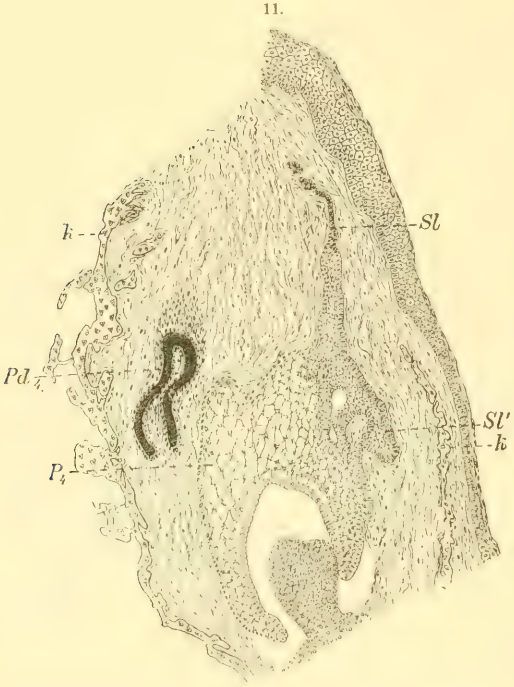
Scalops aquaticus.

Von einem völlig nackten Jungen, dessen Länge von der Schnauzenspitze bis zum Anus 49 Mm. beträgt, habe ich eine Frontalschnittserie untersucht.

Ich wähle die von Dobson benutzte Zahnformel als Ausgangspunkt ohne über die Berechtigung derselben hier discutiren zu können. Wenn wir die von mir nachgewiesenen Milchzähne

so wie eine durch die folgende Untersuchung motivirte Abänderung in diese Formel einführen, erhält sie folgendes Aussehen:

	1.	2.	3.		1.			2.	3.	4.		1.	2.	3.
J	1.	2.	3.	C	1.	P		2.	3.	4.	M			
	1.	2.	3.		1.			0.	3.	4.				
	1.	2.	(3.)		(1.)			2.	3.	4.		1.	2.	3.



Scalops-Junges (49 Mm). Sl Schmelzleiste. Sl' Tiefes Ende der Schmelzleiste; sonst wie Fig. 10.

Alle Milchzähne haben, wie die Untersuchung eines viel ältern Thieres (75 Mm. Körperlänge) bestätigt, das Culmen ihrer Ausbildung entweder erreicht oder schon überschritten, indem einige bereits von der Resorption angegriffen sind. Da nun auch bei dem genannten ältern Individuum kein Milchzahn das Zahnfleisch durchbrochen hat, so können wir hieraus schliessen, dass wenigstens die Mehrzahl der Milchzähne niemals das Zahnfleisch durchbricht, sondern resorbirt wird.

Bemerkenswerth ist ferner, dass die Schmelzleiste, welche hier ebenso wie bei Talpa und aus demselben Grunde sehr stark ist, zwischen den Ersatzzähnen, welche mit zwei Ausnahmen das glockenförmige Stadium erreicht haben, nicht zu Grunde gegangen, sondern völlig erhalten d. h. nicht durchlöchert ist; nur der Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel ist nirgends mehr vorhanden.

Der linguale Theil der Schmelzleiste mit seinen charakteristischen Cylinderepithelzellen ist überall sehr scharf vom übrigen „äussern Epithel" des Schmelzkeims der Ersatzzähne abgesetzt.

Die beiden letztgenannten Umstände begünstigen im hohen Grade das Zustandekommen einer dritten Dentition.

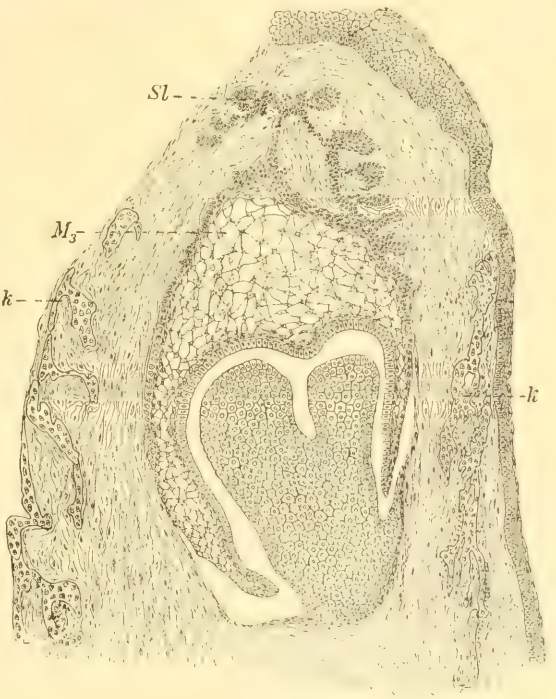
Was die speciellen Befunde betrifft, so bemerken wir, dass im

Unterkiefer

der oberflächliche Theil der Schmelzleiste sich über J 2 vom tiefern Theile abgelöst hat und unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel einen deutlichen Schmelzkeim bildet, neben welchem

labialwärts ein verkalkter, schon zum Theil resorbirter Zahn liegt. Wir können hier also das Vorkommen eines der ersten Dentition angehörigen Zahnes nebst der Anlage eines diesem entsprechenden Zahnes der zweiten Dentition, welch letzterer nie zur Ausbildung kommt, constatiren; diese Zähne können als J 3 und Jd 3 bezeichnet werden (Textfig. 9). Dass es sich um in Rückbildung begriffene Elemente handelt, ergiebt sich aus einer Vergleichung des Scalops-Gebisses mit den nächstverwandten Talpiden. Ich hebe besonders hervor, dass hier der Repräsentant der ersten Dentition der conservativere Theil ist, dass er sich völlig in derselben Weise wie die übrigen Milchzähne erhalten hat, während die Anlage des entsprechenden Zahnes der zweiten Dentition nicht über einen unregelmässig und abnorm gestalteten Schmelzkeim, aus welchem kein normaler Zahn hervorgehen kann, hinausgekommen ist. Oder mit anderen Worten: die Reduction hat hier in erster Reihe die *zweite* Dentition angegriffen.

12.



Scalops-Junges (49 Mm). Wie Fig. 11.

In demselben Niveau wie J 3 liegt ein kleiner, aber vollkommen normal ausgebildeter glockenförmiger Schmelzkeim und labialwärts von seinem vordern Theile ein winziger, völlig ausgebildeter, verkalkter, aber schon theilweise resorbirter Zahn. Auch hier haben wir die ontogenetischen Zeugen von zwei in der Phylogenese unterdrückten Zähnen, welche als C und Cd bezeichnet werden können (Textfig. 10). Dass aber C wirklich manchmal — und vielleicht nicht so selten — zur Ausbildung gelangt, davon habe ich mich an zwei erwachsenen Individuen überzeugen können, bei denen er als ein kleiner, stiftförmiger Zahn auftrat und durchaus den Eindruck des Verkümmertseins machte. Auch Mivart hat ihn einmal angetroffen.

Ein dem untern Pd 2 entsprechender Milchzahn ist nicht vorhanden; wahrscheinlich wird er angelegt, war aber schon resorbirt worden. Pd 3 ist ein winziger, theilweise resorbirter Zahn.

Die glockenförmigen Schmelzkeime P 2 und P 3 liegen ebenfalls unmittelbar unter dem

Mundhöhlenepithel. P 4 liegt tiefer, und von ihm schnürt sich die Schmelzleiste scharf mit deutlich angeschwollenem Ende ab, welches alle Criterien eines knospenförmigen Schmelzkeims darbietet (Textfig. 11). Aus dieser Abbildung ist auch ersichtlich, wie die Schmelzleiste in ihrem ganzen Umfange nach der Ablösung des Schmelzkeimes erhalten bleibt.

M 1 im Unterkiefer ist stark, M 2 weniger verkalkt, und ist die Schmelzleiste in dieser Region fast gänzlich verschwunden. Ein höchst eigenthümliches Verhalten, welches eine fortgesetzte Productionskraft verräth, bietet die Schmelzleiste bei dem auf dem glockenförmigen Stadium stehenden Schmelzkeim des M 3 dar, wie aus der Textfigur 12 ersichtlich ist. Die Schmelzleiste scheint hier noch nicht ihre Rolle ausgespielt zu haben, wie man bezüglich des letzten Zahnes wohl vermuthen könnte. Im

13.

Scalops-Junges (19 Mill.) Frontalschnitt durch das Oberkiefer. Wie Fig. 11.

Oberkiefer

haben J 2 und J 3 nur das kappenförmige Stadium erreicht, während alle übrigen Ersatzzähne auf dem glockenförmigen stehen. Einen auffälligen Eindruck macht der Schmelzkeim des obern C, neben welchem (lingualwärts) das Schmelzleistenende einen besonders starken, knospenförmigen Schmelzkeim entstehen lässt (Textfig. 13).

Die Reihe der Milchzähne im Oberkiefer ist vollzählig und zeigt keine Resorptionsmerkmale.

Condylura cristata.

Eine Frontalschnittserie ist an einem nackten Jungen, dessen Körperlänge 62 Mm. beträgt, untersucht worden.

Die Anzahl der von mir gefundenen Milchzähne ergiebt sich aus folgender Formel:

$$\begin{matrix} & 1. & 2. & 3. & & 1. & & 1. & 2. & 3. & 4. & & 1. & 2. & 3. \\ J & 1. & 2. & 0. & C & 0. & P & 0. & 2. & 3. & 4. & M & & & \\ & 1. & 2. & 3. & & 0. & & 0. & 2. & 3. & 4. & & & & \\ & 1. & 2. & 3. & & 1. & & 1. & 2. & 3. & 4. & & 1. & 2. & 3. \end{matrix}$$

Das untersuchte Thier ist älter als das oben geschilderte Exemplar von Scalops; mehrere Milchzähne (P d 3 im Unterkiefer sowie J d 2, P d 2 und P d 3 im Oberkiefer) sind schon stark von der Resorption angegriffen. Höchst wahrscheinlich ist das gänzliche Fehlen einiger Milchzähne ebenfalls der Resorption zuzuschreiben.

Da nun weder bei diesem noch bei einem ältern, schon behaarten, 75 Mm. langen Individuum irgend ein Milchzahn das Zahnfleisch durchbrochen hat, und da ausserdem beim letzt-

genannten Exemplare nur noch Reste von J d 1 und J d 3 im Oberkiefer vorhanden sind, so können wir, ebenso wie bei Scalops auch bei Condylura — und zwar ist hier das vorliegende Material einem solchen Schlusssatze noch günstiger — constatiren, dass die Milchzähne — hier sicherlich alle — resorbirt werden, ohne das Zahnfleisch durchbrochen zu haben.

Da die Milchzähne somit nicht zum Ergreifen oder Zerkleinern der Nahrung verwendbar sind, da sie nie über das Niveau des Zahnfleisches hervortreten, so kann ihre physiologische Bedeutung kaum eine andere sein, als die Stärke, respective Härte des Zahnfleisches zu erhöhen, dasselbe zu spannen und dadurch auf die Configuration der Mundhöhle während der ersten Lebenszeit einen Einfluss auszuüben. Ob die Milchzähne durch diesen Wechsel der Funktion, den sie erlitten, vor dem völligen Untergange gerettet sind, scheint mir zweifelhaft.

Die Formverhältnisse der fertigen Milchzähne bei Talpa, Scalops und Condylura werden im zweiten Theile dieser Arbeit geschildert werden.

Felis domestica.

Frühere Untersuchungen.

Ich kann hier völlig von den zahlreichen Darstellungen des fertigen Milchgebisses absehen — schon Rousseau (I) giebt eine genaue Beschreibung desselben —, da über dasselbe nach der descriptiven Seite hin keine Meinungsverschiedenheiten bestehen.

Auch für Beobachtungen über die Entwicklung der Zähne ist die Katze mehrfach benutzt worden; so von Kölliker (II) und Baume, welch letzterer mehrere Stadien beobachtet hat. In vollständigerer Weise hat Schwink die Zahnentwicklung bei unserem Thiere untersucht. Ich werde im Folgenden diese Mittheilungen zu berücksichtigen haben.

Eigene Untersuchungen.

Ich habe die Unterkiefer folgender Stadien an Frontalschnitten untersucht.

Stadium A: Fast reifer Embryo;
„ B: Neugeborenes Thier;
„ C: 8 Tage altes Thier.

Die Zahnformel der Unterkieferzähne ist:

$$J\ \frac{1.\ 2.\ 3.}{1.\ 2.\ 3.}\quad C\ \frac{1.}{1.}\quad P\ \frac{3.\ 4.}{3.\ 4.}\quad M\ \frac{1.}{}$$

Durch Schwink's Untersuchungen (pag. 31) wissen wir, dass die Schmelzleiste bei den Carnivoren eine ununterbrochene Epithelfalte bildet, und zwar stehen die beiderseitigen Schmelzkeime sowohl oben wie unten in der Mediallinie mit einander in Verbindung. Aber schon wenn die Schmelzkeime der Milchzähne sich differenzirt haben, ist die Schmelzleiste zwischen einigen derselben rudimentär geworden. Bei Katzen-Embryonen von 15 Mm. Kopflänge sind nach Schwink die Anlage der Ersatzzähne deutlich ausgeprägt.

Da bei den von mir untersuchten Thieren, auch bei den jüngsten, an allen Milchzähnen bereits Hartgebilde entwickelt sind, so ist die Schmelzleiste in verschiedenem Grade reduzirt und hat nirgends mehr Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel. Wir berücksichtigen desshalb hier nur die Entwicklungsverhältnisse der Ersatzzähne.

Beim neugeborenen Thiere stehen die Schmelzkeime der J noch auf dem knospenförmigen Stadium, während sie beim achttägigen Individuum eben erst das kappenförmige erreicht haben.

C eilt allen übrigen Ersatzzähnen in der Entwicklung weit voraus. So steht er schon beim Embryo A auf dem Anfang des glockenförmigen Stadiums, und hat die Partie der Schmelzleiste, an deren Ende er sich entwickelt, noch einen (wenn auch nur wenige Schnitte reichenden) Zusammenhang mit dem Schmelzkeim des Cd bewahrt (Fig. 58). Dieser Befund bekräftigt somit zunächst die Richtigkeit der von Kölliker (II Fig. 502) gegebenen Zeichnung, welche jedenfalls [1]) dieselben Zähne aber bei einem etwas jüngeren Embryo darstellt und desshalb sowohl eine vollständigere Schmelzleiste als auch einen breitern Zusammenhang zwischen letzterer und dem Schmelzkeim des Milchzahnes zeigt. Zugleich widerlegt dieser Befund, da, wie wir sehen werden, die spätern Stadien die Deutung des Schmelzkeims als Anlage des C ausser Frage stellen, die mit grosser Sicherheit vorgetragenen Behauptungen Baume's, dass ein Verbindungsstrang des Milchzahnes mit dem bleibenden Zahn auf dieser Entwicklungsstufe der Zähne nicht existirt [2]), und dass sich die von früheren Forschern als Schmelzkeime der Ersatzzähne erklärten Gebilde allmählig auflösen. Baume's Behauptung in diesem Punkte ist um so eigenthümlicher, als er dasselbe Object (Katze) untersucht hat. Bei *Erinaceus* (siehe oben pag. 27) haben wir gesehen, dass Reste des besagten Verbindungsstranges noch länger bestehen können. Dass aber ein solcher Verbindungsstrang zwischen der Schmelzleiste des Schmelzkeims des Ersatzzahnes und dem Schmelzkeim des Milchzahnes keineswegs immer auf diesem Entwicklungsstadium existirt, oder exakter ausgedrückt: dass der Schmelzkeim des Milchzahnes auf diesem Stadium der Zahnausbildung (d. h. bei so weit vorgeschrittener Ausbildung des Ersatzzahnes) sich schon vollständig von der Schmelzleiste abgeschnürt haben kann, geht aus den gleich zu erwähnenden Befunden bei den Prämolaren hervor.

Kehren wir zum C zurück, so finden wir bei der neugebornen Katze (B) den Schmelzkeim desselben auf dem glockenförmigen Stadium aber in derselben Lage in Bezug auf Cd wie beim Stadium A (Fig. 59, 60); gegen die Mitte des Schmelzkeimes C wird die Schmelzleiste stetig kürzer (Fig. 60) und ist über dem hintern Theil des C gänzlich verschwunden. Bei dem achttägigen Jungen sind schon die Hartgebilde bei C weit entwickelt; dieser steht aber noch immer mit der ziemlich dicken Schmelzleiste in Verbindung, wenn auch die Ablösung schon eingeleitet ist (Fig. 61). Wenn nun Baume an der Anlage eines Ersatzzahnes einer fünf Tage alten Katze keine Schmelzleiste mehr fand, so kann dies nur einem Uebersehen Baume's zugeschrieben werden.

Da, wie ich bereits erwähnt habe, die Ausbildung des C allen andern Ersatzzähnen vorauseilt und bei dem acht Tage alten Thiere kein anderer Zahn eine so hohe Entwicklungsstufe erreicht wie der von Baume auf Fig. 40 (89) abgebildete Keim einer fünf Tage alten Katze, so kann man mit Zuversicht schliessen, dass jener Zahn nicht, wie B. will [3]), einem der mittleren Schneide-

[1]) Kölliker giebt nicht an, welche Zähne seine Zeichnung darstellt.

[2]) Baume sagt hierüber pag. 74: „Die Autoren, welche hier einen Verbindungsstrang abbilden, haben sich nicht recht orientirt. Ein dunkler Saum, wie wir ihn stets in der Umgebung der Zahnanlagen finden, täuscht sehr leicht einen Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel in Form eines Verbindungsstranges vor. Dieser Saum erweist sich aber bei genauerer Betrachtung nicht als Epithel, sondern als verdichtetes Bindegewebe der Umgebung. Das verdichtete Bindegewebe ist die Fehlerquelle für die Behauptung, nach welcher der bleibende Zahn vom ‚Verbindungsstrang' des Milchzahnes ausgehen soll".

[3]) Vergleiche Baume pag. 239: „Auch wenn man sich nicht über die Lage des Schnittes, welchen Figur 89 veranschaulicht, orientirt hätte, müsste man folgern, dass er nahe der Mittellinie entnommen sei, denn die vorderen Incisiven brechen zu allererst durch. Folglich müssen die nahezu fertigen Zähne diesen entsprechen. Ich habe das thatsächlich Schnitt für Schnitt untersucht".

zähne angehört, sondern den Schmelzkeim des C darstellt. Die bleibenden Schneidezähne haben, wie oben erwähnt, selbst beim acht Tage alten Thiere eben erst das kappenförmige Stadium erreicht. Wiederum ist der in der Fig. 88 von Baume abgebildete Schmelzkeim, welcher nicht völlig das kappenförmige Stadium erreicht hat, jedenfalls kein C, wie Baume glaubt, sondern höchst wahrscheinlich ein Ersatzschneidezahn. Was Baume den ältern Forschern vorgeworfen, ist ihm selbst passirt: er hat sich falsch orientirt, und man könnte versucht sein, dies dadurch zu erklären, dass er keine vollständigen Schnittserien untersucht hat, falls er nicht ausdrücklich das Gegentheil erklärt hätte.

Wir haben diesen Punkt etwas eingehender behandelt, weil derselbe mit Baume's Ansichten, welche er in dem Kapitel über den „Scheindiphyodontismus der Säugethiere" mittheilt, auf das Innigste zusammenhängt. Baume gelangt nämlich zu einem Resultat, das er folgendermassen formulirt (pag. 240): „Wir fanden, dass gerade diejenigen Zähne früher angelegt, fertig gebildet werden und durchbrechen, welche eine geringere Entwicklungsstufe erreichen, d. h. die Anlage und Ausbildung erfolgt um so früher, je rudimentärer der Zahn wird". Wenn wir auch erst im Schlusskapitel diese Auffassung und die wesentlich auf derselben beruhende Verwerfung der Annahme von zwei Dentitionen bei den Säugern zu betrachten haben werden, so mag doch schon hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass, wie sowohl aus den obigen Beobachtungen als aus zahlreichen andern mit voller Evidenz hervorgeht, die B.'sche Auffassung der thatsächlichen Begründung entbehrt. Denn wie wir gesehen haben, entwickelt sich der Behauptung Baume's entgegen bei der Katze der Eckzahn früher als die schwächeren Schneidezähne und ebenfalls früher als die schwächeren oder etwa gleich starken Prämolaren.

Bei Stadium A und B finden wir auf Frontalschnitten, dass neben Pd 3 das tiefe Ende der Schmelzleiste gespalten ist: der eine, labiale Schenkel steht beim Embryo (A) noch in Verbindung mit dem Schmelzkeim des Pd 3, während er beim neugeborenen Thiere denselben nicht mehr erreicht (Fig. 62a); der lingualwärts gelegene Schenkel bildet die directe und stark angeschwollene Fortsetzung der Schmelzleiste (Sl').

Weiter nach hinten schwindet bei den Stadien A und B der Verbindungsstrang, resp. das Rudiment desselben gänzlich, und die Schmelzleiste, welche bei B der Contour der lingualen Schleimhautoberfläche parallel verläuft, erhält bei beiden ein kolbenförmig verdicktes Ende, welches tiefer liegt als auf den vorhergehenden Schnitten, indem die Schmelzleiste ventral von dem Punkte, wo der Verbindungsstrang, resp. dessen Rudiment ausging, sich verlängert hat (Fig. 63). Dass diese Anschwellung in der That die knospenförmige Anlage des P 3 ist, geht aus der Untersuchung des Stad. C hervor, wo besagter knospenförmige Schmelzkeim sich zum kappenförmigen des P 3, welcher dieselbe Lage zum Pd 3 einnimmt wie die knospenförmige Anschwellung auf den jüngeren Stadien, entwickelt hat. Hier ist überall jede Spur eines Verbindungsstranges verschwunden (Fig. 64).

Hinter P 3 ist die Schmelzleiste durch Knochenwucherung unterdrückt. Bei A sind hier noch Reste der Schmelzleiste vorhanden, und zwar in Form von „Epithelialperlen"; bei den beiden ältern sind auch diese verschwunden.

Bei Verfolgung der Schnittserie tritt, in dem Maasse als die Bildung des Knochengewebes aufhört, neben dem vordern Theile von Pd 4 die Schmelzleiste wieder auf. Das Verhalten der letztern sowie der Anlage des P 4 lingualwärts von Pd 4 gestaltet sich im wesentlichen wie

beim vorigen Zahne. Beim Stad. B ist der oberflächliche Theil der Schmelzleiste sowohl vor als hinter dem den knospenförmigen Schmelzkeim des P 4 tragenden Theil mit Seitensprossen versehen; auf dem embryonalen Stadium (A) ist diese Sprossenbildung hinter, aber nicht vor dem Schmelzkeim vorhanden.

Am hintern Ende des Pd 4 ist die Schmelzleiste viel kürzer und verdickt; am tiefen Ende entsteht eine knospenförmige Anschwellung, noch schwach bei Stad. A und B, dagegen stärker und deutlich abgesetzt bei C (Fig. 67, 68). Die labialwärts von der Schmelzleiste ausgehenden Stränge sind bei Stad. B und C mit dem Schmelzkeim des M 1 verbunden, an welchem bei diesen Individuen schon Hartgebilde entwickelt sind. Beim neugebornen Thiere erhält sich das tiefe Ende der Schmelzleiste neben dem Anfangstheile des M 1 (Fig. 69) ganz wie neben den Milchzähnen. Dass bei Stad. B und C der oberflächliche, über den Schmelzkeim hinausragende Theil der Schmelzleiste verschwunden ist, beruht lediglich darauf, dass auf dieser Entwicklungsstufe die Zahnanlage auch dorsal- (mund-)wärts von Knochen umschlossen ist, wodurch die Schmelzleiste zerstört worden ist; beim Embryo (A) ist der oberflächliche Theil der Schmelzleiste auch bei M 1 erhalten.

Die Bildung der s. g. Epithelnester stellt sich in sehr instructiver Weise dar. Wie die Figuren 65 a—c und 66 a, b zeigen, welche auf einander folgende Schnitte von zwei verschiedenen Stellen wiedergeben, sind die „Epithelnester“ hier zum Theil nichts anderes als vom tiefen Mundhöhlenepithel secundär abgeschnürte Partien, welche keine unmittelbare Beziehungen zur Schmelzleiste haben.

Als bemerkenswerthe Unterschiede im Entwicklungsmodus der Zähne bei der *Katze* und bei *Erinaceus* führe ich nach den obigen Untersuchungen hier an:

1) Bei der Geburt sind sowohl Milch- als Ersatzzähne bei der Katze weiter entwickelt als beim Igel.

2) Theils aus diesem Grunde, theils weil die Verknöcherung des Unterkiefers bei der neugebornen Katze weiter vorgeschritten ist als beim Igel, ist die Schmelzleiste bei der Geburt viel mehr reduzirt bei jener als beim letztern.

3) Während beim Igel M 1 von allen Zähnen des Unterkiefers bei der Geburt am weitesten entwickelt ist, ist er dagegen bei der Katze von allen Zähnen der ersten Dentition am wenigsten ausgebildet.

Canis familiaris.

Bei der Entwicklung des Zahnsystems des Hundes ist folgender Punkt von Interesse: Bekanntlich wird bei einer ganzen Reihe von Säugethieren, welche im übrigen mit vollständigem Milchgebiss versehen sind, der vorderste Backenzahn nicht gewechselt. Viele Untersuchungen haben sich damit beschäftigt zu entscheiden, ob dieser Zahn der ersten oder der zweiten Dentition angehört. Durch die Entdeckung eines vordersten Milchbackenzahnes, welcher selten oder nie zur völligen Ausbildung gelangt, ist bei einigen der fraglichen Thiere die Sache erledigt. Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen betreffs des Hundes nicht von der Art sind, dass sie eine endgültige Entscheidung zulassen, so dürften sie doch unter Berücksichtigung der nachfolgenden Beobachtungen über *Phoca* geeignet sein, die Frage ihrer Lösung nahe zu bringen.

Owen (Odontography pag. 477) will einen P d 1 beim Hunde beobachtet haben, welcher selten verkalkt, auf dem „papillaren" Stadium steht und vor der Geburt verschwindet. Besonderen Werth aber scheint Owen seiner Beobachtung nicht beizumessen, da er den P d 1 nicht in die Zahnformel aufnimmt; auch in seiner später erschienenen „Anatomy of Vertebrates" findet der P d 1 keine Erwähnung. Die folgenden Forscher haben diesen P d 1 nicht gesehen; Reinhardt (III) giebt ausdrücklich an, dass er vergebens nach einem solchen Zahn gesucht hat. Erst Tauber (II) traf 1876 bei zwei von vier neugeborenen Hunden „deutliche Zahnsäcke mit Anlagen des P d 1, deren Verkalkung bereits begonnen war", an. Winge (I) bestätigt diesen Befund.

Meine an zwei Unterkiefern und einem Oberkiefer von neugeborenen Hunden vorgenommene Untersuchung hat folgendes Resultat ergeben.

Sämmtliche Zähne der ersten Dentition sind mehr oder weniger stark verkalkt. Bei den Zähnen der zweiten Dentition ist zunächst der enorme Unterschied in der Entwicklungsstufe auf diesem Stadium zu verzeichnen. Während nämlich der untere C bereits Hartgebilde entwickelt hat und beinahe auf derselben Ausbildungsstufe wie im Stadium C bei der Katze (vergleiche oben pag. 57 und Fig. 61) steht, ist P 2 sowohl im Ober- wie Unterkiefer kaum angelegt, nur als eine schwache Anschwellung des tiefen Endes der Schmelzleiste vorhanden. Der obere C ist etwas weniger weit entwickelt. Die unteren J stehen auf dem knospenförmigen, die oberen J sowie P 3 auf dem Anfange des kappenförmigen Stadiums. P 1 steht auf dem glockenförmigen Stadium und unterscheidet sich dadurch von den übrigen, dass er vollkommen oberflächlich, unmittelbar unter dem Epithel liegt, also ganz so wie diejenigen Zähne von *Erinaceus*, bei denen kein Zahnwechsel erfolgt (vergleiche oben pag. 38). Und in der That fehlt auch hier ein Vorgänger, ein P d 1, gänzlich. Den fraglichen glockenförmigen Schmelzkeim als einen P d 1 zu deuten, ist schon aus dem Grunde ausgeschlossen, weil dann die Anlage eines P 1 gänzlich fehlen würde — eines

Zahnes, welcher bekanntlich beim Hunde am zeitigsten von allen Zähnen der zweiten Dentition durchbricht, noch mit denen der ersten Dentition zusammen funktionirt und somit selbstverständlich beim neugeborenen Thiere doch wenigstens angelegt sein müsste. Es wäre nun allerdings nicht ausgeschlossen, dass hin und wieder die Anlage eines P d 1 beim Embryo auftreten könnte, aber bisher ist eine solche nicht nachgewiesen worden. Die Tauber'schen, oben referirten Befunde lassen sich mit Rücksicht auf die von ihm angewandte Präparationsmethode viel eher dahin auslegen, dass er den Keim des P 1 und nicht des P d 1 gesehen hat: erstens stimmt die von ihm angegebene Lage des fraglichen Zahnes vollkommen mit dem von mir gefundenen Verhalten des P 1 überein; zweitens erwähnt er nicht das Verhalten des vermutheten P d 1 zu seinem Nachfolger, den er nicht gesehen hat. Diese meine Deutung der Tauber'schen Darstellung dürfte um so berechtigter sein, als sowohl Tauber als ich dasselbe Entwicklungsstadium, neugeborene Thiere, untersucht haben.

Auf die Bedeutung der beim Hunde nachgewiesenen Befunde werde ich bei der Beschreibung von *Phoca* zurückkommen.

Phoca groenlandica.

Frühere Untersuchungen.

Es liegen nunmehr in der Literatur so viele Angaben über die Milchzähne der *Pinnipedia* vor, dass man sich wenigstens von dem Wechsel, der Anzahl und der Beschaffenheit besagter Zähne bei der Mehrzahl dieser Thiere eine ziemlich genaue Vorstellung machen kann. Die fraglichen Untersuchungen betreffen die Gattungen *Otaria*, *Trichechus*, *Phoca*, *Halichoerus*, *Cystophora* und *Macrorhinus*. Das allgemeine Resultat dieser Forschungen lässt sich, wenn wir von dem etwas aberranten *Trichechus* absehen, etwa folgendermassen präcisiren:

1) Berücksichtigen wir nur die völlig entwickelten, verkalkten Milchzähne, so stimmt ihre Anzahl, was die J d und C d betrifft, stets mit derjenigen der zweiten Dentition überein[1]), während die Anzahl der P d stets $\frac{3}{3}$ ist, welche Zähne dem 2.—4. Prämolaren entsprechen.

2) Die Milchzähne sind bei verschiedenen Gattungen in verschiedenem Grade schwach, mehr oder weniger rudimentär.

3) Der Zahnwechsel erfolgt immer sehr frühzeitig und ist bei einigen intra-uterin. Im folgenden werde ich auf diesen Punkt näher einzugehen haben.

Auf die diese Thatsachen behandelnde Literatur komme ich zum Theil im folgenden zurück.

Auf mikroskopischen Schnittserien ist die Zahnentwicklung bei einem Pinnipedier und zwar bei vier Entwicklungsstadien von *Phoca groenlandica* zuerst von mir (IV) untersucht worden. Die folgende Darstellung giebt in etwas erweiterter Form und unter Hinzuziehung eines jüngern, bisher nicht beschriebenen Stadiums die in meiner früheren Publication dargelegten Resultate wieder.

Kurz nachher hat Kükenthal (III) seine ebenfalls an mikroskopischen Schnittserien gemachten Untersuchungen über die Zahnentwicklung bei *Trichechus* (ein Embryo) und *Phoca groenlandica* (Ober- und Unterkiefer von einem, sowie Unterkiefer von zwei Embryonen) veröffentlicht. Ich werde auf diese Arbeit im folgenden zurückkommen.

Eigene Untersuchungen.

Meine Untersuchungen sind an Frontalschnitten von folgenden fünf Embryonen der *Phoca groenlandica* gemacht:

Stadium A: Völlig nackter Embryo. Länge vom Scheitel zum After 65 Mm.

[1]) Kükenthal's Angabe (III pag. 98), dass für die Genera Phoca, Halichoerus und Cystophora die Zahnformel der J d $\frac{3}{3}$ sein sollte, ist dahin zu berichtigen, dass bei Cystophora (vergleiche Reinhardt III pag. 83) sowohl in der ersten wie in der zweiten Dentition nur $\frac{2}{1}$ Schneidezähne vorhanden sind.

Stadium B: Haare nur über den Augen und an der Oberlippe. Länge vom Scheitel zum After 113 Mm.

Stadium C: Ebenso. Länge vom Scheitel zum After 120 Mm.

Stadium D: Kopf mit längeren Haaren. Länge vom Scheitel zum After 195 Mm.

Stadium E: Länge vom Scheitel zum After 290 Mm.

Die Formel der regelmässig verkalkten Zähne erster und zweiter Dentition bei dieser Art ist

	1.	2.	3.		1.		1.	2.	3.	4.		1.
J	1.	2.	3.	C	1.	P		2.	3.	4.	M	
		2.	3.		1.			2.	3.	4.		
		2.	3.		1.		1.	2.	3.	4.		1.

Stadium A.

Die Schmelzleiste ist vollständig erhalten, und zwar stehen die beiderseitigen Schmelzleisten wenigstens des Unterkiefers in der Medianlinie in Verbindung mit einander. Bezüglich des allgemeinen Ausbildungsgrades der Milchzähne ist zu bemerken, dass während einige schon das glockenförmige Schmelzkeimstadium erreicht haben, andere noch auf dem knospenförmigen stehen; die Zahnanlagen im Oberkiefer sind theilweise weiter entwickelt als die entsprechenden unteren. Die oberen Id stehen auf der Grenze zwischen kappen- und glockenförmigem Stadium, während im Unterkiefer Id 2 (der mediale) auf dem kappen- und Id 3 (der laterale) auf dem knospenförmigen steht. Cd hat oben und unten das glockenförmige Stadium erreicht und ist im Unterkiefer der am weitesten entwickelte Zahn. Im Oberkiefer dagegen ist Pd 2 etwas weiter ausgebildet als Cd.

Hinter Cd ist P1 im Oberkiefer kaum, im Unterkiefer etwas deutlicher als eine Verdickung der verkürzten Schmelzleiste nachweisbar. Dass der folgende, viel weiter ausgebildete (oben glocken- und unten fast kappenförmige) Schmelzkeim nicht die Anlage des P 1 sein kann, geht schon daraus hervor, dass der unverkennbare P1 beim fast doppelt grössern Embryo (Stad. B.) noch nicht die Ausbildung erlangt hat, welche der oben gedachte Schmelzkeim beim vorliegenden Stad. A innehat.

Bezüglich der Homologisirung der übrigen Zahnanlagen sind zwei Annahmen möglich. Es folgen nämlich hinter dem Cd — von der eben erwähnten Andeutung des P 1 abgesehen — oben und unten vier Schmelzkeime. Im Unterkiefer steht der erste auf der Grenze zwischen dem knospen- und kappenförmigen Stadium, während die drei andern, durch einen langen Zwischenraum von diesem getrennt, das letztere erreicht haben; im Oberkiefer steht der erste, der bereits erwähnte Pd 2, auf dem glockenförmigen Stadium, und nach einem langen Zwischenraum folgen die drei andern, welche ebenso wie die unteren auf dem kappenförmigen Schmelzkeimstadium stehen. Die Schmelzleiste läuft ein beträchtliches Stück weiter, wird allmählich kürzer (d. h. weniger tief) und verschwindet darauf. Wollten wir nun annehmen, dass hier ein Individuum mit der regelmässig auftretenden Anzahl Backenzähne vorliegt, so würden selbstverständlich die fraglichen Anlagen nicht anders als Pd 2—4 und M 1 gedeutet werden können. Hiermit ist aber der Umstand schwer zu vereinigen, dass auf dem nächsten viel älteren Stadium (B) der unverkennbare Schmelzkeim des M 1 im Unterkiefer nicht weiter entwickelt ist als hier,

während er im Oberkiefer weniger weit ausgebildet, nämlich knospenförmig ist; auch Kükenthal (III pag. 99—101) fand bei einem gleich grossen oder etwas grössern Embryo als mein Stad. A keine Anlage eines M 1. Es ist desshalb wahrscheinlicher, dass hier einer von den nicht gerade seltenen Fällen mit „überzähligen" Backenzähnen vorliegt, und dass somit der hinterste Schmelzkeim ein Pd und kein M 1 ist. Jedenfalls steht so viel fest, dass keine dieser Anlagen einen P 1 oder Pd 1 repräsentirt; dass die Ausbildung des P 1 viel später und in anderer Beziehung zu den Milchbackenzähnen (Pd) erfolgt und dass ein Pd 1 bisher noch nicht nachgewiesen ist, wird aus der folgenden Darlegung erhellen.

Leider hat Kükenthal (III) vom jüngsten, von ihm beschriebenen Embryo dieser Art keine Maasse angegeben, doch dürfte dieser, wie erwähnt, nur wenig älter als das vorliegende Stadium sein. Auffällig ist allerdings, dass sich beim ersteren schon mehrere Schmelzkeime von der Schmelzleiste abzuschnüren anfangen, was selbst bei dem am weitesten ausgebildeten Schmelzkeime meines Exemplares nicht der Fall ist. Auf die von K. als ersten Prämolaren beschriebene Anlage werde ich später zurückkommen.

Stadium B.

Sämmtliche Milchzähne mit Ausnahme von Pd 2 oben und unten haben bereits Hartgebilde entwickelt. Der obere Pd 2 ist nur durch etwas bedeutendere Grösse von demselben Zahne beim Stad. A. verschieden; seine Ausbildung ist also langsamer als diejenige der übrigen Milchzähne erfolgt. Die Schmelzleiste ist vollständig erhalten. Je nach dem Entwicklungsgrade der betreffenden Milchzähne sind dieselben mehr oder weniger vollständig von der Schmelzleiste abgeschnürt und neben dem am meisten entwickelten Milchzahn (oberer C d) ist das Ende der Schmelzleiste zu einem knospenförmigen Schmelzkeim angeschwollen; auch neben Pd 3 zeigt das Leistenende eine beginnende Anschwellung. Hinter C d verkürzt sich in vertikaler Richtung die Schmelzleiste und schwillt zu dem oberflächlich gelegenen, knospenförmigen Schmelzkeim des P 1 an; die Berechtigung, diese Zahnanlage als P 1 zu deuten, folgt aus der weiteren Entwickelung derselben. M 1 ist im Unterkiefer nur durch eine schwache Anschwellung, im Oberkiefer dagegen durch einen kappenförmigen Schmelzkeim repräsentirt.

Im grösseren Theile ihres Verlaufes ist die Schmelzleiste hier ebenso wie beim nächsten Stadium in ihrem oberflächlichen Theile mit Lateralsprossen und -leisten in wechselnder Anzahl und Ausbildung versehen. Auch oberflächlich von mehreren Zahnanlagen kommen diese Gebilde vor. Die labialwärts gerichtete, frei endende Leiste, welche sowohl hier als beim folgenden Stadium oberflächlich von P 1 und Pd 2 vorkommt (Fig. 71, 72, 74), ist wohl als der gebogene oder umgeknickte oberflächliche Theil der Schmelzleiste aufzufassen.

Stadium C.

Alle Milchzähne sind, wenn auch in etwas verschiedener Ausdehnung, bereits verkalkt. So ist z. B. C d am weitesten und Pd 2 am wenigsten ausgebildet; es ist also dasselbe Ausbildungstempo wie im vorigen Stadium beibehalten. Auch hier hat sich die Schmelzleiste noch continuirlich erhalten und steht noch im Zusammenhange mit den Milchzähnen. Neben C d (Fig. 70) trägt die Schmelzleiste den Schmelzkeim des C, welcher auf dem Übergange vom kappen- zum glockenförmigen Stadium steht. Der oberflächlich gelegene Schmelzkeim des P 1 ist etwa ebensoweit wie C entwickelt (Fig. 71). Neben allen Milchbackenzähnen hat sich am tiefen Ende

der Schmelzleiste der knospenförmige, von verdichtetem Bindegewebe umgebene Schmelzkeim der entsprechenden Prämolaren angelegt (Fig. 72); nur neben dem obern P d 2 ist noch keine Anlage eines Ersatzzahnes vorhanden. Die Schmelzleiste hängt neben dem obern P d 3 mit einem Epithelcylinder zusammen, welcher sich vom Mundhöhlenepithel abgelöst und den Habitus einer „Epithelperle" angenommen hat (Fig. 72e). Hinter P d 4 produzirt die Schmelzleiste den Schmelzkeim des M 1, welcher im Oberkiefer auf dem kappenförmigen, im Unterkiefer auf der Grenze zwischen kappen- und glockenförmigem Stadium steht (Fig. 75). Wir finden, dass auf diesem Stadium das persistirende Gebiss im Unterkiefer theilweise weiter entwickelt ist als im Oberkiefer.

Im Unterkiefer des etwas grössern, von Kükenthal untersuchten Exemplares ist P 1 noch nicht so weit entwickelt wie bei dem vorliegenden. Im übrigen stimmen die von K. und mir gemachten Beobachtungen gut überein.

Stadium D.

Unterkiefer. Die Milchzähne sind stark verkalkt. Von den persistirenden Zähnen ist M 1 (Fig. 73) fast ebensoweit entwickelt wie die Milchbackenzähne, die Schneidezähne und der Eckzahn sind schwach verkalkt, während P 1—4 auf dem glockenförmigen Stadium ohne Hartgebilde stehen. Die persistirenden Zähne befinden sich noch alle im Zusammenhange mit der Schmelzleiste. C und P 2—4 fangen an sich von ihr abzuschnüren in der Weise, dass sich an der lingualen Peripherie des Schmelzkeims das Schmelzleistenende als deutliche Prominenz bemerkbar macht. Besonders beachtenswerth ist der Befund bei M 1 (Fig. 73): die Schmelzleiste steht hier noch durch einen schmalen Strang mit dem Zahn in Verbindung und hat eine schwache Anschwellung am tiefen Ende; sie verhält sich neben diesem M 1 ganz so wie bei Milchbackenzähnen und durchaus nicht wie bei den Molaren anderer Säugethiere (vergleiche unten).

Oberkiefer. Auch hier sind die Milchzähne stark verkalkt. I 1—3 sind glockenförmig, C, P 1 und P 4 schwach, P 2 stärker verkalkt, P 3 ohne Verkalkung. Lingualwärts von sämmtlichen Prämolaren ragt das stets deutlich angeschwollene Schmelzleistenende hervor, und bei einigen, besonders bei P 1 (Fig. 74) und 2, scheint es mir stärker hervorzutreten als bei den gleich weit entwickelten Prämolaren der bisher beschriebenen Säugethiere. Wie auf dem vorigen Stadium liegt P 1 viel oberflächlicher als die P 2—4; das nämliche gilt für den Unterkiefer. Zwischen P 2 und 3 liegt ventralwärts vom hintern Theile des P d 2 der glockenförmige, noch nicht mit Hartgebilde ausgerüstete Schmelzkeim eines überzähligen Prämolaren; derselbe liegt, zum Unterschiede von P 2—4, ebenso oberflächlich wie P 1 — was damit zusammenhängt, dass beiden ein Vorgänger fehlt — und verhält sich zur Schmelzleiste ganz wie die übrigen Prämolaren: d. h. er ist lingualwärts mit einem knospenförmigen, frei hervorragenden Leistenende versehen. Die Deutung dieses Zahnes als überzähligen Prämolaren kann desshalb in keiner Weise beanstandet werden. — Besonders beachtenswerth ist das Verhalten des M 1. Derselbe ist fast ebenso weit entwickelt als die P d. Lingualwärts von M 1 hat sich das tiefe Ende der Schmelzleiste, welches neben dem entsprechenden Zahne des Unterkiefers nur eine schwache Anschwellung zeigt, zu einem glockenförmigen Schmelzkeime ausgebildet, welcher etwa auf demselben Entwicklungsstadium wie P 3 steht und ebenso wie dieser an seiner lingualen Seite

das Schmelzleistenende knospenförmig hervortreten lässt. (Fig. 76.) Kurz: M 1 kennzeichnet sich in jeder Beziehung als typischer Milchbackenzahn, während die Anlage seines Nachfolgers sich ebenso vollständig als typischer Prämolar bekundet.

Stadium E.

Um die weiteren Schicksale jenes Nachfolgers des oberen M 1 zu erfahren, untersuchte ich bei diesem ältern Embryo die betreffende Stelle auf Frontalschnitten: die Entwicklung des fraglichen Nachfolgers war nicht nur sistirt, sondern es war derselbe offenbar in Auflösung begriffen (Fig. 77). Wie ein Vergleich der Figuren 76 und 77, welche beide in derselben Vergrösserung gezeichnet sind, lehrt, ist besagter Nachfolger bei dem ältern Embryo bedeutend reduzirt; der nicht besonders gute Erhaltungszustand des Objectes verhinderte die Beobachtung der spezielleren Rückbildungsvorgänge. Dagegen hatte sich die Schmelzleiste medialwärts von M 1 hier besser erhalten als beim jüngern Embryo (Stad. D). Auch hinter dem M 1 setzt sich die noch gut entwickelte Schmelzleiste ein Stück fort, was auf einem so weit vorgeschrittenem Stadium erwähnt zu werden verdient.

Kükenthal (III) hat die Entwicklung der Unterkieferzähne eines 250 Mm. langen Embryo untersucht; einige der von ihm gemachten Angaben werden im folgenden besprochen werden.

Ergebnisse und Folgerungen.

Das Gebiss der Pinnipedia zeichnet sich durch eine ganze Reihe von Eigenthümlichkeiten aus, welche in hohem Maasse unsere Aufmerksamkeit verdienen.

Zunächst haben wir den frühzeitig erfolgenden Zahnwechsel, welcher natürlich mit der Schwäche der Milchzähne zusammenhängt, zu berücksichtigen. Nicht selten begegnet man in der Literatur der irreleitenden summarischen Angabe, dass der Zahnwechsel der Pinnipedia „in der Regel“ oder „fast stets“ intra-uterin erfolge wie z. B. bei Steenstrup, Flower (I pag. 154) und Kükenthal (III pag. 107). Unterwirft man aber die einschlägigen Originalangaben einer näheren Analyse, so ergiebt sich das interessante Resultat, dass nicht nur eine recht beträchtliche Verschiedenheit im Zeitpunkte des Zahnwechsels bei den verschiedenen Gattungen besteht, sondern dass diese Verschiedenheit auch im allgemeinen mit der Ausbildung sowohl der 1. als der 2. Dentition zusammenhängt, dass der Zahnwechsel um so zeitiger erfolgt, je untergeordneter die Rolle ist, welche das Gebiss überhaupt spielt.

In einer früheren Mittheilung habe ich (III pag. 542—543) die Ansicht begründet, dass das Zahnsystem der Pinnipedia, als Ganzes betrachtet, sich in Rückbildung befindet, da Kauwerkzeuge für ins Wasser gewanderte Säugethiere von beschränktem Werthe seien oder geradezu unzweckmässig würden. Das Gebiss hat sich für die einzigen Funktionen die ihm geblieben, für Packen und Festhalten, erhalten und demgemäss in beschränktem Maasse differenzirt.

Es ist ferner von vornherein zu erwarten, dass bei denjenigen Pinnipediern, welche in höherem Grade Landthiere sind als die übrigen, nämlich bei den *Otariidae*, auch die Charactere

der landbewohnenden Stammväter in vollständigerem Maasse vorhanden sind. Ich muss es leider gänzlich dahin gestellt sein lassen, ob diese Charactere der *Otariidae:* die Art sich zu bewegen und die damit zusammenhängende Beschaffenheit der Palmar- und Plantarfläche, das Vorhandensein eines Scrotums und einer Ohrmuschel u. a. darauf zurückzuführen sind, dass die Inhaber sich weniger weit von ihren landbewohnenden Stammformen entfernt haben als die übrigen Pinnipedier, dass also besagte Eigenschaften primärer Natur sind, oder ob diese Eigenschaften erst wieder secundär, in dem Maasse als die Thiere sich wieder mehr dem Landleben anpassten, erworben sind [1]). Wir dürfen wohl auch annehmen, dass das Gebiss der *Otariidae* eine etwas grössere Uebereinstimmung mit dem der landbewohnenden Carnivoren bewahrt, respective erworben hat als das der meisten *Phocidae*, dass demselben eine etwas wichtigere Rolle zukommt. Die relativ bedeutendere Grösse und die erhöhte Anzahl der Backenzähne (die meisten *Otariidae* besitzen deren $\frac{6}{5}$ anstatt $\frac{5}{5}$ wie die *Phocidae*) sprechen jedenfalls für eine solche Annahme. In Bezug auf das Milchgebiss ist die grössere Uebereinstimmung mit den echten Carnivoren vollkommen unzweifelhaft. Nach den übereinstimmenden Angaben Flower's (II), van Beneden's und Malm's sind nämlich die Milchzähne nicht nur grösser als bei den Phocidae, sondern verschwinden auch erst nach der Geburt, laut Flower erst dann wenn das Junge einige Wochen alt ist. Bei *Phoca* (wenigstens vitulina, hispida und groenlandica) verschwindet die Mehrzahl der Milchzähne ebenfalls erst nach der Geburt aber schon in der ersten Woche (vergleiche besonders Flower I und II, sowie Tenow); die Milcheckzähne bleiben jedoch länger erhalten (Sahlertz II). Es kann ferner als sicher angesehen werden, dass die Mehrzahl der Milchzähne bei *Phoca* niemals das Zahnfleisch durchbricht, sondern innerhalb desselben resorbirt wird. Bei dem durch seine einfachen Backenzähne ausgezeichneten *Halichoerus* sind beim neugebornen Jungen keine Milchzähne mehr beobachtet worden; man muss daher annehmen, dass dieselben bereits vor der Geburt resorbirt werden (Lilljeborg). Dasselbe ist nach Reinhardt (III) auch bei *Cystophora* der Fall; doch können die Milcheckzähne sich bis nach der Geburt erhalten (Sahlertz II). Die schwächsten persistirenden Backenzähne unter allen Pinnipedia besitzt bekanntlich *Macrorhinus*, ja Flower (I) hält sie — und sicher mit Recht — für völlig funktionslos. In Uebereinstimmung hiermit ist denn auch bei *Macrorhinus* das Milchgebiss schwächer als bei irgend einem andern Pinnipedier und wird schon lange vor der Geburt resorbirt [2]).

Ferner hat seit geraumer Zeit die für heterodonte Säugethiere völlig beispielslose Varia-

---

[1]) Hier ist also ein vom allgemein biologischen Gesichtspunkte aus und für die Prüfung der phylogenetischen Methodologie interessantes Problem zu bearbeiten, für dessen Inangriffnahme allerdings zur Zeit noch keine Vorarbeiten vorliegen.

[2]) Gegen die von mir früher (III pag. 541) gegebene Deutung betreffs der Ursache der allmähligen Verkümmerung des Milchgebisses wendet sich Kukenthal (III pag. 108): „Der Grund, weshalb Homodontie und Monophyodontismus gleichzeitig auftreten, scheint mir vielmehr für die Zahnwale und Pinnipedier in erster Linie darin zu liegen, dass ein Zahnwechsel die Fähigkeit ihre Nahrung zu erbeuten, im hohen Masse einschränken müsste. Bei beiden Ordnungen fischfressender Säugethiere ist durch das Auftreten der Homodontie zwar bekundet, dass den einzelnen Zähnen keine Spezialfunktionen mehr zukommen, es ist damit aber nicht gesagt, dass das Gebiss rudimentär zu werden braucht. An Stelle der Spezialfunktionen tritt für alle Zähne eines derartigen Gebisses eine neue gleichartige Funktion, nämlich die glatte Beute zu ergreifen und festzuhalten, und in Uebereinstimmung mit dieser einheitlichen Funktion gewinnen auch die einzelnen Zähne einheitliche Gestalt. Die Bedeutung eines solchen Gebisses beruht aber jetzt auf der vollkommenen Gleichartigkeit seiner Komponenten. Ein eintretender Zahnwechsel würde die Gleichartigkeit im empfindlichsten Masse stören und damit das gesamte Gebiss für einige Zeit fast funktionslos machen. Ich betrachte daher die Erscheinung, dass ein Zahnwechsel unterbleibt, als direct mit der Funktion des homodonten Gebisses zusammenhängend."

Hierzu möchte ich bemerken: 1) dass, wie oben erwähnt, bei *Otaria* factisch ein postfoetaler Zahnwechsel auf-

bilität in der Anzahl der Backenzähne der Pinnipedier die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Dieselbe offenbart sich sowohl im Fehlen einzelner, als auch — und zwar häufiger — im Auftreten überzähliger Backenzähne entweder innerhalb der Zahnreihe oder an deren Ende. So scheinen z. B. bei *Halichoerus* im Oberkiefer sehr häufig sechs Backenzähne anstatt fünf — bekanntlich die bei *Phocidae* gewöhnliche Anzahl — vorzukommen; vergleiche hierüber besonders Sahlertz (II) und Nehring (II).

Halten wir uns zunächst an das Vorkommen von überzähligen Zähnen innerhalb der Reihe der persistirenden Backenzähne, welche Zahnvermehrung Kükenthal als die secundäre bezeichnet, so kann nach den vorliegenden Untersuchungen diese Vermehrungsart — abgesehen von der Theilung eines normalen Zahnes — auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen, nämlich durch das Auftreten entweder eines — mehrere sind meines Wissens nicht beobachtet worden — neuen Prämolaren, welcher derselben Dentition wie die anderen (also der zweiten) angehört, oder eines solchen, welcher einer neuen Dentition (der dritten) zuzuzählen ist. Dagegen ist eine Vermehrung der Zahnreihe durch retardirte Milchzähne, wie sie factisch z. B. beim *Hunde* (Sahlertz III) beobachtet worden ist, bei den Pinnipedia bisher nicht nachgewiesen worden; die gegentheilige, von Steenstrup bei *Phoca barbata* gemachte Beobachtung hat sich als irrig erwiesen. Wie oben (pag. 65) gezeigt wurde, gehört zur ersten Categorie die Zahnanlage zwischen dem obern P 2 und 3 des Stadiums D. Dieser Zahn würde jedenfalls zusammen mit den übrigen Prämolaren funktionirt haben. Kükenthal (III pag. 114) bringt das Erscheinen solcher überzähliger Backenzähne mit der secundären Verlängerung der Kiefer im Zusammenhang, da „bei Fische erhaschenden Thieren eine lange Schnauze zweckdienlicher ist.“ Es scheint mir diese Erklärung durchaus annehmbar. Gegen den von K. angeführten vermeintlichen embryologischen Nachweis, dass bei den Zahnwalen diese Kieferverlängerung erst im Laufe der Entwicklung eintritt, muss ich jedoch bemerken, dass dieser Vorgang durchaus nicht den Zahnwalen eigenthümlich ist, sondern wohl sämmtlichen Wirbelthieren gemeinsam ist.

Wie ich schon oben (pag. 65) betont, ragt beim Stadium D lingualwärts von sämmtlichen Prämolaren das stets deutlich angeschwollene Schmelzleistenende hervor, und zwar scheint mir bei einigen Prämolaren dieses Leistenende etwas stärker hervorzutreten und deutlicher knospenförmig angeschwollen zu sein, als bei gleich weit entwickelten Prämolaren anderer, bisher von mir untersuchter Säugethiere [1]). Die Prämolaren verhalten sich also hier ähnlich wie ihre Vorgänger, die Milchzähne: die Schmelzleiste geht nicht völlig in ihnen auf, sondern die Zahnanlagen schnüren sich auf einer gewissen Ausbildungsstufe von der Schmelzleiste ab, wodurch eine freie Knospe

tritt, und dass es wenigstens ein im höhern Grade als Pinnipedia homodontes Säugethier giebt, bei dem ein sehr später Zahnwechsel erfolgt, nämlich *Tatusia*; 2) dass bei *Macrorhinus* die Backenzähne wirklich als rudimentär anzusehen sind; 3) dass es mir nicht völlig verständlich ist, wie ein eintretender Zahnwechsel bei einem homodonten Säugethiere, wo doch die Componenten beider Gebisse gleichartig sind, im höhern Maasse die Funktionsfähigkeit des Gebisses zu stören vermag als bei einem heterodonten, wie z. B. bei den den Pinnipediern nächst verwandten echten Raubthieren, bei welchen bekanntlich die Backenzähne der einen Dentition den entsprechenden der andern durchaus nicht gleichartig sind, so dass während einer Periode des Zahnwechsels z. B. zwei Reisszähne in jeder Kieferhälfte gleichzeitig vorhanden sind.

[1]) Schon hier mag betont werden, dass bei den Prämolaren des *Desmodus* ein ähnliches Verhalten stattfindet (vergleiche unten pag. 79 und Fig. 94, 95), welches offenbar durch dieselbe Ursache hervorgerufen ist: für die Erzeugung der schwachen Prämolaren bei Phoca und Desmodus wird die Schmelzleiste im geringeren Maasse als sonst verbraucht, weshalb bei der Emancipation des Schmelzkeims das abgeschnürte Stück der Schmelzleiste so viel grösser ist. Ueber die allgemeine Bedeutung dieser Thatsache vergleiche das Schlusskapitel.

entsteht. Da nun diese Knospe deutlich angeschwollen ist, so ist dieselbe durch nichts von einem Schmelzkeim auf dem knospenförmigen Stadium zu unterscheiden. Die Verhältnisse liegen demnach hier besonders günstig für das Zustandekommen von Backenzähnen einer dritten Dentition[1]). Und sicherlich werden sich manche der beschriebenen überzähligen Prämolaren bei darauf hin gerichteter genauerer Prüfung als der dritten Dentition angehörige Zähne herausstellen. Wenigstens einen sicheren hierher gehörigen Fall habe ich selbst bei einer Unterkieferhälfte von *Phoca vitulina* constatiren können: lingualwärts von der Zahnreihe sitzt zwischen P 3 und 4 ein völlig ausgebildeter, den genannten Prämolaren ähnlicher Zahn. Es ist somit dieser Befund dem früher (pag. 43, Textfig. 8) bei *Erinaceus micropus* erwähnten an die Seite zu stellen[2]).

Vom allgemeinen Gesichtspunkte aus verdient das oben (pag. 65) beschriebene Verhalten des M 1 unser Interesse: lingualwärts vom obern M 1 hat sich beim 195 Mm langen Embryo das tiefe Ende der Schmelzleiste zu einem glockenförmigen Schmelzkeim ausgebildet, welcher durchaus mit den vorhergehenden Anlagen der Prämolaren übereinstimmt und etwa auf demselben Ausbildungsstadium wie P 3 steht; ja dieser „Ersatzschmelzkeim" des M 1 verhält sich auch zur Schmelzleiste ganz ebenso wie der genannte P 3, indem seine Emancipation von der Schmelzleiste in derselben Weise eingeleitet ist wie bei diesem (Fig. 76). Es ist also auch in der Molarregion die Möglichkeit einer dritten Dentition angedeutet. Aber dieser „Ersatzzahn" des M 1 gelangt — und das ist jedenfalls das gewöhnliche Verhalten — nicht zur vollen Reife: beim ältern (290 Mm langen) Embryo ist er zwar noch vorhanden aber in Auflösung begriffen (Fig. 77). Im Unterkiefer verhält sich die Schmelzleiste neben M 1 ebenfalls ganz wie bei den Milchbackenzähnen, aber sie zeigt nur eine schwache Anschwellung am freien Ende. Faktisch verhält sich somit der letzte (fünfte) Backenzahn, welcher bisher stets als der einzig normal vorkommende Molar aufgefasst worden ist, ganz wie ein persistirender Milchzahn, dessen Ersatzzahn im Laufe der ontogenetischen Entwicklung in der Regel zu Grunde geht.

Diese Thatsache berechtigt somit zu folgendem Schlussatze: M 1 gehört bei *Phoca* ursprünglich der ersten Dentition an, funktionirt aber zusammen mit der zweiten[3]). Und: falls durch vergleichend-anatomische Untersuchungen endgiltig festgestellt werden kann, dass M 1 der Phocidae wirklich einem Molaren der übrigen Säugethiere homolog ist, wie allgemein angenommen wird, hat die Annahme, dass die Molaren der ersten und nicht der zweiten Dentition angehören, eine glänzende Bestätigung gefunden.

Kükenthal (III pag. 106) hat zwar neben M 1 keine Ersatzzahnanlage, wohl aber ein

---

[1]) Vergleiche auch die übereinstimmende Beobachtung von Kükenthal III pag. 103.

[2]) Ein überzähliger Backenzahn, den Sahlertz (II pag. 27) bei Cystophora beschrieben hat, ist jedenfalls ebenso zu beurteilen.

[3]) Gegenüber dieser Auffassung könnte man allerdings eine andere geltend machen: M 1 ist als ein Prämolar ohne Vorgänger zu betrachten, gehört also der zweiten Dentition an, womit dann sein „Ersatzzahn" in die dritte Dentition versetzt wird. Eine solche Annahme scheint mir unhaltbar, theils und vornehmlich weil die Entwicklungsart des M 1 nicht diejenige eines Prämolaren ohne Vorgänger ist (vergleiche unten pag. 72), theils auch weil der „Ersatzzahn" in diesem Falle die Möglichkeit einer vierten Dentition andeuten würde, welche Consequenz mindestens etwas unwahrscheinlich ist.

freies Schmelzleistenende wie bei den vorangehenden Milchbackenzähnen gefunden. Er zieht daraus den Schluss, dass die echten Molaren im wesentlichen zur ersten Dentition gehören (pag. 110). Im Verlaufe seiner Darlegung betont er, dass, „wenn das Gebiss der Säugethiere zu homologisiren ist mit dem in mehreren Dentitionen aufeinander folgenden Gebisse von reptilienähnlichen Vorfahren, wir für die echten Molaren zu dem Schlusse kommen, dass hier nur eine Dentition zur vollkommenen Anlage kommt, und die andern unterdrückt worden sind, indem das Material, aus dem sie sich hätten bilden können, mit zur Bildung der einmaligen Zahnanlage verwandt worden ist.“ „Die echten Molaren stellen ein Verschmelzungsprodukt der Anlagen erster Dentition mit dem Materiale dar, aus dem sonst die zweite Dentition ensteht“, oder anders ausgedrückt, „das Material (d. h. die Schmelzleiste), welches beim Prämolaren zur Bildung des Schmelzorganes verwandt wird, differenzirt sich beim echten Molaren nur unvollkommen oder gar nicht von der Zahnanlage, sondern wird zur Innenwand des Schmelzorganes.“ „Der Hauptunterschied zwischen Molaren und Prämolaren beruht darauf, dass bei letzteren beide Dentitionen getrennt bleiben, bei ersteren verschmelzen.“

Es ist ohne weiteres verständlich, dass die oben dargelegten Thatsachen gerade bei Phoca der Kükenthal'schen Auffassung nur zum Theil günstig sind: anstatt dass die Schmelzleiste bei Phoca mehr oder weniger vollständig in den Molaren aufgeht, entwickelt sich aus ihr ein völlig normaler Schmelzkeim lingualwärts vom Zahne. Vor allem ist den Aussprüchen Kükenthal's gegenüber zu constatiren, dass der Molar für sich allein dem Milchbackenzahne und nicht dem Verschmelzungsprodukte eines Milchbackenzahnes und eines Prämolaren entspricht; der von Kükenthal herangezogene Befund bei *Phocaena communis* (vergleiche unten) ändert hieran nichts. Ferner: wie geeignete Stadien aller von mir untersuchten Säugethiere lehren, ist das Fehlen oder Vorkommen eines freien Schmelzleistenendes neben einem Schmelzkeime an und für sich durchaus nicht entscheidend für die Frage, zu welcher Dentition eine Zahnanlage zu rechnen ist, da nach meinen Untersuchungen[1]) *alle* Zähne, welcher Dentition sie auch angehören mögen, in einem gegebenen Entwicklungsstadium sich von der Schmelzleiste emancipiren, so dass auch neben *allen* ein freies, allerdings verschieden starkes Schmelzleistenende auftritt. Dass somit neben M 1 bei Phoca in einem gewissen Alter ein freies Schmelzleistenende vorhanden ist, kann ebenso wenig als ein Beweis für die Zugehörigkeit der Molaren zur ersten Dentition angeführt werden wie das Vorkommen eines freien Schmelzleistenendes neben P 1 (vergleiche oben pag. 65 und Fig. 74). Für die Auffassung, dass die Molaren der ersten oder „wesentlich“ der ersten Dentition angehören, hat also Kükenthal durch seinen Befund bei Phoca keinen neuen Beitrag geliefert. Ebenso möchte ich schon hier betonen, dass die von Kükenthal wiederholt und auch im Zusammenhang mit den Befunden bei Phoca ausgesprochene Ansicht, dass das Gebiss der Säugethiere zu homologisiren ist mit der Summe sämmtlicher Dentitionen bei den Reptilien, resp. den „reptilienähnlichen Vorfahren“ wenigstens in den embryologischen Thatsachen keine Stütze gewinnt. Auf das Principielle der ganzen Frage komme ich im Schlusskapitel zurück.

In einem gewissen Zusammenhange mit dieser Frage steht die Beurtheilung des häufig beobachteten Auftretens eines M 2 bei Phocidae. Bei keinem der von mir untersuchten Embryonen fand sich eine Andeutung einer Zahnanlage hinter M 1, was um so mehr betont werden muss,

[1]) Vergleiche meine früheren Mittheilungen III und IV (pag. 137).

als die Schmelzleiste ein gutes Stück weiter nach hinten läuft. Dagegen liegen in der Literatur zwei Angaben von dem Vorhandensein einer Zahnanlage hinter M 1 bei Embryonen unserer Art vor. Die eine stammt von Tauber (II), welcher einen solchen überzähligen Zahn sowohl im Ober- als im Unterkiefer eines Embryo beschreibt. Aber bereits Sahlertz (II pag. 17—19) hat durch Nachuntersuchung bewiesen, dass Tauber's M 2 im Unterkiefer nichts anderes als die eine Spitze des M 1 ist[1]); und was den oberen M 2 betrifft, so ist dieser an dem Tauber'schen Exemplar von mindestens etwas problematischer Natur. Kükenthal hat bei einem Unterkiefer seines 25 Cm langen Embryo hinter M 1 eine kleine Anschwellung gefunden, welche er wohl mit vollem Rechte als M 2 deutet. Dagegen kann ich ihm nicht beipflichten, wenn er sagt (pag. 110): „Der erste Molar bildet einen Uebergang von den Prämolaren zu dem zweiten Molaren. Während bei dem zweiten Molaren das freie Ende der Zahnleiste, aus welchem sich der Ersatzzahn bildet, sich kaum noch von der Schmelzorgananlage differenziert, vielmehr dessen innere Wandung bildet, ist beim ersten Molaren diese Differenzirung des freien Schmelzleistenendes viel deutlicher, wenn auch nicht so weit gehend wie bei den vorausgehenden Prämolaren." Diese Auffassung ist schon aus dem Grunde nicht stichhaltig, weil bei einem so frühen Entwicklungsstadium niemals ein freies Schmelzleistenende vorhanden sein kann; erst viel später emancipirt sich der Schmelzkeim von der Schmelzleiste; im übrigen siehe die vorhergehenden Bemerkungen (pag. 70).

Es fragt sich nun, wie dieser so oft bei den erwachsenen Phocidae auftretende Zahn, welcher allgemein als M 2 und somit als derselben Dentition wie M 1 angehörend gedeutet wird, aufzufassen ist. Auf Grund der von Kükenthal gefundenen Anlage sowie des von mir nachgewiesenen Verhaltens, dass die Schmelzleiste auch am ältesten untersuchten Embryo ein Stück hinter M 1 sich relativ gut entwickelt erhält, ist jedenfalls die Anschauung gesichert, dass der überzählige Zahn ein M 2, also derselben Dentition wie M 1 angehörig, sein kann. Dass in diesem Fall der M 2 dem sechsten Backenzahn der *Otariidae* homolog ist, wie Kükenthal (III pag. 114) betont, kann wohl schwerlich bezweifelt werden. Anderseits haben wir aber die von mir schon früher (IV pag. 141) angenommene Möglichkeit im Auge zu behalten, dass der „Ersatzzahnkeim" des M 1 zur vollen Reife gelangen kann und lingualwärts oder selbst etwas hinter M 1 Platz finden kann. Hierzu kommt, dass nach Sahlertz's Untersuchungen (II) bei den *Phocidae* ein sechster Backenzahn bei weitem häufiger im Ober- als im Unterkiefer auftritt, was vielleicht mit der oben nachgewiesenen Thatsache in Beziehung zu setzen ist, dass die Anlage des „Ersatzzahns" des M 1 bei demselben Embryo im Oberkiefer viel weiter ausgebildet ist als im Unterkiefer. Von entscheidender Bedeutung ist aber jedenfalls der Umstand, dass, wie aus Sahlertz's genauer Beschreibung (II pag. 10) unzweideutig hervorgeht, bei einem Exemplar von *Phoca hispida* der überzählige (sechste) untere Backenzahn nichts anderes als ein zur vollen Reife gelangter Ersatzzahn des M 1 ist. Ferner kann es nicht zweifelhaft sein, dass für den kleinen Zahn bei *Otaria cinerea*, welchen Clark auf beiden Seiten im Oberkiefer lingualwärts vom fünften Backenzahn abbildet (Fig. 4 pag. 192) das gleiche zutrifft. Diese Befunde beweisen demnach nicht nur, dass der sechste Backenzahn der Phocidae einer anderen, einer jüngern Dentition als M 1 angehören kann, sondern auch dass ein solcher „Ersatzzahn" des M 1 selbst den Otariidae nicht fremd ist.

[1]) Kükenthal (III) hat diese Correctur übersehen; auch gelten Tauber's Untersuchungen Phoca groenlandica und nicht, wie K. (pag. 107 und 113) angiebt, Phoca barbata.

Schliesslich haben wir noch des von mir als P 1 gedeuteten Zahnes zu gedenken. Wie aus der oben gegebenen Beschreibung hervorgeht, habe ich die allmählige Ausbildung dieses Zahnes von seiner ersten Anlage bis zum fast fertigen Stadium verfolgen können. Von allen Ersatzzähnen wird er zuerst fertig. Er unterscheidet sich ausserdem von den Prämolaren 2.—4. dadurch, dass er sich viel oberflächlicher, unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel anlegt und entwickelt. In diesem Punkte stimmt er völlig mit P 1 beim *Hunde* (siehe oben pag. 60) sowie mit denjenigen Zähnen von *Erinaceus* (siehe oben pag. 38), bei welchen kein Zahnwechsel erfolgt, überein. Bei Phoca wird aber seine Zugehörigkeit zu den Prämolaren nicht nur durch diese seine abweichende Lage während der Entwicklung und durch sein späteres Auftreten sondern auch durch seinen von den Milchbackenzähnen verschiedenen Habitus mit Entschiedenheit dokumentirt. Es dürfte wohl auch als wahrscheinlich angenommen werden, dass bei den übrigen Säugethieren, bei denen der vorderste Backenzahn nicht gewechselt wird, dieser ebenfalls den Prämolaren zuzuzählen ist, wenn auch erneuerte Untersuchungen für die endgültige Entscheidung der Frage noch nothwendig sind. Bei allen solchen Thieren ist P 1 — und dies gilt auch für Phoca und Canis — jedenfalls zu denjenigen Zähnen zu zählen, welche nicht mehr auf der vollen Höhe ihrer Funktion stehen, sondern bereits in verschiedenem Grade degenerirt sind und deshalb auch den entsprechenden Vertreter der minderwerthigen ersten Dentition entbehren können.

Tauber (II) ist bei Phoca groenlandica zu einem abweichenden Resultate gekommen, indem er sowohl oben wie unten Spuren eines Vorgängers gefunden zu haben angiebt. Schon Sahlertz (II) hat diese Angaben einer Kritik unterworfen und T. die Berechtigung abgesprochen aus diesen mindestens zweifelhaften Befunden Schlüsse zu ziehen. Nach meinen wiederholten Erfahrungen betreffs des Werthes der Angaben Tauber's (siehe oben pag. 34, 47—49, 60, 71 und III pag. 524) glaube ich ein Recht zu haben, so beschaffene Resultate dieses Autors nicht als gesicherte wissenschaftliche Errungenschaften anzusehen. Kükenthal (III pag. 109) ist bezüglich dieses Punktes zu folgendem Ergebniss gelangt: „Sehr stark verzögert erscheint die Anlage des ersten Prämolaren, der in den beiden ersten Stadien noch auf dem kolbenförmigen Stadium steht, während die anderen Zähne bereits einen viel höheren Ausbildungsgrad erreicht haben. Der häufigen Angabe gegenüber, dass der erste Prämolar nur in der zweiten Dentition vorkomme, ist daraufhin zu verweisen, dass seine wohlausgebildete Anlage, welche sich in meinem grössten Stadium vorfindet, der ersten Dentition zugehört, was unwiderleglich daraus hervorgeht, dass seitlich nach innen von ihr sich die freie Zahnleiste ein Stück fortsetzt.“ Ich kann dem gegenüber nur constatiren, dass die von Kükenthal als erste Prämolaren[1]) beschriebene Anlage nichts anderes sein kann, als die der zweiten Dentition angehörige Anlage des P 1, wie ich sie bis zur fast völligen Ausbildung habe verfolgen können (vergleiche oben). Eine freie, nach innen von ihr abgehende Zahnleiste kann seiner Auffassung unmöglich als Stütze dienen. Kükenthal's Angaben sind in diesem Punkte jedenfalls etwas schwer verständlich. Auf Seite 104 erwähnt er dagegen: „Noch ist zu bemerken, dass sich nach aussen von der Zahnanlage [des ersten Prämolaren] ein starker Strang von der Zahnleiste abzweigt, der in einer Anschwellung endigt.“ Allerdings fand auch ich auf einigen Schnitten labialwärts von P 1 Epithelpartieen, welche als Reste eines Schmelzkeimes des Pd 1 gedeutet werden könnten. Doch da, wie

[1]) Es ist zu bemerken, dass Kükenthal auch die von ihm als Milchbackenzähne gedeuteten Anlagen als „Prämolaren“ bezeichnet.

wir gesehen haben, zahlreiche Lateralsprossen an der Schmelzleiste auch oberflächlich von den andern Schmelzkeimen vorhanden sind, scheint mir eine solche Deutung in diesem Falle etwas willkürlich zu sein.

Aus dem obigen dürfte jedenfalls hervorgehen, dass die unzweifelhafte Anlage eines Pd 1 weder bei Phoca noch beim Hunde bisher nachgewiesen worden ist, womit ich selbstverständlich nicht die Möglichkeit ihres Vorkommens in Abrede stellen will.

Was die eben erwähnten Sprossen betrifft, welche besonders auf den älteren Entwicklungsstadien in grosser Anzahl vom oberflächlichen und labialen Theile der Schmelzleiste abgehen — sie sind bekanntlich auch bei anderen Thieren beobachtet —, so können sie allerdings, wenigstens zum Theil, als Reste von den der ersten Dentition vorangegangenen Zahnanlagen gedeutet werden. Doch habe ich an diesem Objecte keine so unzweideutige Belegstücke für das Vorkommen einer solchen zeitigeren Dentition nachweisen können, wie bei anderen Formen (siehe IV und unten).

Aus der vorliegenden Darstellung können wir jedenfalls entnehmen, dass die Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Pinnipedia im hohen Maasse unsere Aufmerksamkeit verdient, da diese Thiere zu denjenigen gehören, deren Gebiss sich in besonders lebhaftem Flusse befindet.

Chiroptera.

Die in der älteren Literatur über Milchzähne und Zahnwechsel bei einzelnen Fledermäusen vorkommenden Angaben habe ich in einer früheren Abhandlung (I) ausführlich besprochen. Eine vollständigere Kenntniss vom Milchgebiss hatte man nur bei vier Arten, als ich (I, II) 1876 und 1878 die Milchzähne von 30 Arten, 20 verschiedenen Gattungen angehörig, beschrieb und ihr Verhalten zum bleibenden Gebiss feststellte. Ich konnte nachweisen, dass bei Fledermäusen mit stark reduzirter Zahnanzahl im bleibenden Gebiss, die ursprünglichere, grössere Anzahl sich im Milchgebiss erhalten hat. Ferner ergab sich aus diesen Untersuchungen die bemerkenswerthe Thatsache, dass, während bei der überwiegenden Mehrzahl der übrigen Säugethiere der allgemeine Charakter der „Milchzähne" bei den Ersatzzähnen wiederkehrt, dies bei den Chiropteren nicht der Fall ist. Das persistirende Gebiss ist nämlich bei den letzteren gut ausgebildet und zwar ausgeprägt heterodont, während das „Milchgebiss" aus mehr oder weniger rückgebildeten Componenten besteht und sich entschieden dem homodonten Stadium nähert. Meine damalige Auffassung, dass es sich bei dem annähernd homodonten Charakter des Milchgebisses der Chiroptera um etwas Primitives handelt, habe ich bereits früher (III pag. 530, Note 1) zurückgenommen; dies ist hier ebensowenig wie bei den andern, bisher bekannten homodonten Säugethieren der Fall[1]). Eine Reduction in der Ausbildung der „Milchzähne" bei den Fledermäusen ist unverkennbar; bei einigen werden besagte Zähne bereits vor der Geburt resorbirt. Die „Milchzähne" würden bei den Fledermäusen jedenfalls zu Grunde gegangen sein, wenn sie sich nicht einer anderen, den Zähnen ursprünglich fremden Funktion angepasst hätten: das Junge hält sich mittelst derselben an der Zitze der Mutter fest, wenn diese umherflattert, eine Funktion, die selbstredend von wesentlicher Bedeutung ist. Zu einem solchen Gebrauche eignen sich nämlich die „Milchzähne" mit ihren scharfen, lingualwärts gekrümmten Spitzen sehr gut, wie schon Tomes für die von ihm beobachteten Schneide- und Eckmilchzähne bei *Desmodus*, sowie später Dobson (II) für alle Chiroptera angenommen haben. Es liegt also hier einer jener interessanten Fälle vor, wo ein Organ durch Funktionswechsel und durch eine durch diesen bedingte Anpassung sich vom völligen Untergange rettet. Auf diese durchaus verschiedenartige Funktion der beiden Dentitionen ist auch die hier besonders stark ausgeprägte Unabhängigkeit derselben von einander zurückzuführen, welche unter anderem darin einen prägnanten Ausdruck findet, dass die Anzahl der Backenzähne in der ersten Dentition — abgesehen von einer Gruppe — constant $\frac{3}{3}$ beträgt, während die Anzahl der Prämolaren in der zweiten Dentition

[1]) Betreffs dieses Punktes vergleiche die Ausführungen in III pag. 537—539.

sich zwischen $\frac{3}{3}$ und $\frac{1}{2}$ bewegt. Diese beiden Milchbackenzähne entsprechen stets dem 2. und 3. Prämolaren. Da nun, wie vergleichend-anatomische und embryologische Untersuchungen lehrten, bei Reduction der Prämolarenreihe oft der 2. Prämolar zuerst verschwindet (so dass bei Formen mit zwei Prämolaren z. B. Vesperugo die Prämolarenformel $\frac{1.\ 3.}{1.\ 3.}$ ist), kann der erste Milchbackenzahn ohne Nachfolger im persistirenden Gebiss sein (vergleiche unten).

Auf Schnittserien ist die Zahnentwicklung innerhalb dieser Ordnung zuerst von Schwink und zwar bei einer nicht näher bestimmten Art untersucht worden. S. beschreibt die allgemeinen Beziehungen zwischen Zähnen erster und zweiter Dentition, ohne auf specielle, für die Chiroptera charakteristische Verhältnisse einzugehen. Er bestätigt die bereits von früheren Untersuchern gemachte Beobachtung, dass die Zähne der zweiten Dentition besonders zeitig gebildet werden.

Ich habe schon früher (IV) die Resultate meiner Untersuchungen an Schnittserien von *Phyllostoma hastatum*, *Desmodus rufus*, *Vesperugo serotinus* und *Cynonycteris aegyptiaca* veröffentlicht. Die folgende Darstellung ist wesentlich eine durch Figuren verdeutlichte Wiedergabe dieser Arbeit.

Phyllostoma hastatum.

Nach den vergleichend-anatomischen (I, II) und embryologischen Befunden zu urtheilen erhält die Zahnformel folgendes Aussehen:

	1.	2.		1.			2.	3.		1.	2.	3.
J	1.	2.	C	1.	P	1.	2.	3.	M			
	1.	2.		1.			2.	3.				
	1.	2.		1.		1.		3. [1]		1.	2.	3.

Die untersuchten Embryonen sind:

Stadium A: Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 29 Mm.
„ B: „ „ „ „ „ 44 „

Stadium A.

Zunächst hebe ich die ausserordentlich zeitige Ausbildung sämmtlicher Zähne beider Dentitionen hervor. Obgleich das Thier bei seiner Geburt fast doppelt so gross als der vorliegende Embryo ist, ist bei dem letzteren nichtsdestoweniger das Gebiss so weit entwickelt, dass an den Milchzähnen die Schmelzpulpa entweder stark reduzirt oder schon gänzlich verschwunden ist, und bei mehreren bleibenden Zähnen bereits Hartgebilde entwickelt sind.

Die Schmelzleiste ist in beiden Kiefern sehr dick, geht continuirlich durch die ganze Kieferlänge und hat stellenweise noch ihren Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel bewahrt.

Unterkiefer. Bei allen Milchzähnen haben sich Hartgebilde entwickelt, aber nur bei C d ist die Schmelzpulpa schon verschwunden. Von den bleibenden Zähnen stehen J 1, J 2 auf der

[1]) Die Prämolarenformel macht nur Anspruch darauf, die Homologien innerhalb der Chiropterenordnung auszudrücken. Vergleiche betreffs dieser Homologisirungen meine frühern Arbeiten I und II.

Grenze zwischen knospen- und kappenförmigen, M 3 auf dem kappenförmigen, P 1, P 3, M 2 auf dem glockenförmigen Stadium; bei C und M 1 sind schon Hartgebilde aufgetreten.

Neben C wird durch Abschnürung das Schmelzleistenende frei (Fig. 78 C d)[1]). Der vorderste Milchbackenzahn liegt nicht neben P 1 sondern zwischen P 1 und P 3 (vergleiche unten). Lehrreich ist das Verhalten des glockenförmigen Schmelzkeims des P 3 zu dem entsprechenden hinteren Milchzahn (Fig. 79 P d 2), indem die Schmelzleiste über dem erstern noch eine schwache Verbindungsleiste mit dem äussern Schmelzepithel des letztern bewahrt hat. Ueber M 1 und M 2 verhält sich die Schmelzleiste wie bei den Molaren von Erinaceus (Textfig. 2—4) u. a. auf den entsprechenden Entwicklungsstadien, also mit andern Worten: die über der Zahnanlage gelegene Schmelzleiste hat ein gut abgesetztes, freies und schwach angeschwollenes Ende. Der auf dem kappenförmigen Stadium stehende Schmelzkeim des M 3 liegt wie gewöhnlich oberflächlich von M 2 (Fig. 80).

Oberkiefer. Auch hier haben die Milchzähne schon Hartgebilde abgesetzt, und die Schmelzpulpa ist bei J d 1 und C d verschwunden. Nur die winzige Anlage des P d 1 steht noch auf dem kappenförmigen Stadium und liegt oberhalb der Wurzeln des C d und C, von diesen durch Knochengewebe getrennt (Fig. 82); bezüglich des P d 1 vergleiche die Ausführungen bei dem nächsten Stadium. Oberhalb der Wurzeln des C d und C und neben P 2 liegt P d 2 (Fig. 83). Von den bleibenden Zähnen stehen J 1, J 2 und P 2 auf dem kappenförmigen, P 3 und M 2 auf dem glockenförmigen Stadium; bei C und M 1 sind schon Hartgebilde vorhanden. Ebenso wie im Unterkiefer ist auch hier neben C ein freies, angeschwollenes Schmelzleistenende vorhanden (Fig. 81). Das Verhalten der Schmelzleiste zu den Molaren ist wie im Unterkiefer.

Stadium B.

Wie schon die Untersuchung des vorigen Stadiums erwarten liess, ist die Ausbildung der Milchzähne so weit fortgeschritten, dass die Mehrzahl derselben fast völlig ausgebildet ist.

Unterkiefer. Nur J 1 und 2 zeigen noch keine Verkalkung, die übrigen bleibenden Zähne sind theilweise verkalkt aber noch mit Schmelzpulpa versehen.

Der vorderste Milchbackenzahn liegt auch hier zwischen P 1 und P 3. P 3 steht im vordern Theile noch im Zusammenhang mit der reich verzweigten Schmelzleiste, welche mit einem freien knospenförmigen Ende versehen ist (Fig. 84). Bemerkenswerth ist die Veränderung der relativen Lageverhältnisse zwischen Schmelzleiste und M 1, indem erstere je weiter nach hinten immer mehr dorsalwärts im Verhältniss zur Zahnanlage zu liegen kommt (Fig. 85—87). Am hintern Theile des M 1 steht sie noch in schwacher Verbindung mit M 1, und ist ihr tiefes Ende zu einer knospenförmigen Anschwellung ausgebildet (Fig. 88). Ueber M 2 nimmt die Schmelzleiste in der ganzen Länge des Zahnes dieselbe Lage ein wie im mittlern und hintern Theile des M 1, nämlich oberflächlich von M 2; im hintern Theile steht sie in Verbindung mit M 2 und ist im oberflächlichen Theile zu einer Epithelperle entartet, während ihr tiefes Ende auch hier deutlich knospenförmig angeschwollen ist.

Oberkiefer. J 2 ist kappenförmig; bei allen übrigen Ersatzzähnen ist die Verkalkung schon eingetreten, wenn auch ihre Schmelzkeime noch mit der stark durchlöcherten Schmelzleiste

[1]) Auf der Figur sind die Bezeichnungen für C d und C verwechselt worden.

in Verbindung stehen. Die Schmelzleiste ist neben P 3 an ihrem tiefen Ende mit einer schwach knospenförmigen Anschwellung versehen, wodurch also auch hier die Möglichkeit einer dritten Dentition gegeben ist (Fig. 90). Der winzige P d 1 liegt oberflächlich von der Basis des C und vor P 2; er ist viel kleiner als irgend einer der andern Milchzähne, hat aber jetzt dieselbe Entwicklungsstufe wie diese erreicht (Fig. 89).

Wir finden somit, dass die vorliegende Art einen winzigen obern P d 1 vor den beiden, bei der Mehrzahl der Chiroptera angetroffenen Milchbackenzähne besitzt. Da nun auch bei den andern daraufhin untersuchten Embryonen von Phyllostomatidae — mit Ausschluss der ferner stehenden, eigenartigen Stenodermata und Desmodi (über letztere siehe im folgenden), — nämlich bei *Carollia brevicauda* und *Glossophaga soricina* drei in entsprechender Lage befindliche obere Milchbackenzähne vorhanden sind [1]), so darf man annehmen, dass drei obere Milchbackenzähne auch bei den übrigen Vampyri und Glossophagae vorkommen.

Meinem früher versuchten Nachweise, dass Milchzähne und Molaren zu derselben Dentition gehören (III pag. 531), scheint nun allerdings die bei den Chiroptera obwaltende Verschiedenheit zwischen Molaren und Milchbackenzähnen — hier in einer Weise ausgeprägt wie bei kaum einem andern Säugethiere — wenig günstig zu sein. Aber ganz abgesehen davon, dass bei verschiedener Function der Reductionsprocess die vordern Zähne angreifen kann, ohne dass die hintern Zähne in irgend welcher Art alterirt zu werden brauchen, widerspricht das Verhalten während der Entwicklung selbst bei den Chiroptera durchaus nicht der von mir ausgesprochenen Auffassung. Beim Stadium A verhielt sich M 1, welcher ja bei der Vergleichung mit P d zunächst in Betracht kommt, sowohl im Ober- als Unterkiefer zur Schmelzleiste in ganz derselben charakteristischen Art wie M 1 bei Erinaceus, bei den Marsupialia etc., so dass die Homologie dieser Zähne bei Phyllostoma und den übrigen untersuchten Säugethieren auch entwicklungsgeschichtlich in keiner Weise beanstandet werden kann. Was also von M 1 anderer Säugethiere gilt, muss auch für M 1 bei Phyllostoma und jedenfalls auch bei andern Microchiroptera Giltigkeit haben. Wohl vornehmlich in Folge seiner bedeutenderen Grösse ist M 1 auf dem Stadium A von Phyllostoma nicht nur von allen persistirenden Zähnen am weitesten ausgebildet, sondern giebt auch dem hintern Milchbackenzahn nur wenig an Reife nach. Auf dem ältern Stadium dagegen ist der Unterschied in der Ausbildung zwischen dem letztgenannten und M 1 bedeutend, während er zwischen P 1 und M 1 fast ausgeglichen ist.

Desmodus rufus.

Die Formel des persistirenden Gebisses ist nach meinen früheren Untersuchungen (I, II):

$$J\ \frac{1.}{1.\ 2.}\quad C\ \frac{1.}{1.}\quad P\ \frac{2.\ 3.}{1.\ 3.}\quad M\ \frac{0.}{1.}$$

Wir kommen am Schlusse dieses Abschnittes auf die Frage nach den Homologien des Desmodus-Gebisses zurück.

[1]) Vergleiche meine frühere Arbeit II pag. 7—12. Ich habe mich nämlich durch nachträgliche Untersuchung des fraglichen Exemplars von Carollia brevicauda davon überzeugt, dass der früher von mir als oberer P 1 gedeutete und auf Taf. I, Fig. II d und e abgebildete Zahn wirklich ein P d ist. Damit kommen auch die Schlussätze, welche sich

Schnittserien habe ich von folgenden Embryonen untersucht:

Stadium A: Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 15 Mm.
„ B: „ „ „ „ „ 24 „
„ C: „ „ „ „ „ 31 „

Stadium A.

Sowohl im Unter- als Oberkiefer existirt eine continuirliche, dicke Schmelzleiste, welche überall mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung steht.

Folgende Milchzähne sind angelegt:

$$Jd\ \frac{1.\ 2.}{1.\ 2.}\quad Cd\ \frac{1.}{1.}\quad Pd\ \frac{2.\ 3.}{2.\ 3.}$$

Alle diese stehen auf dem kappenförmigen Stadium mit Ausnahme der Pd 3, welche noch knospenförmig sind. Wir stehen also hier vor der sehr beachtenswerthen Thatsache, dass, während das persistirende Gebiss bei *Desmodus* durch eigenartige Differenzirung scharf von demjenigen aller übrigen Chiroptera abweicht, das Milchgebiss auf diesem Entwicklungsstadium unser Thier in völlige Uebereinstimmung mit der überwiegenden Mehrzahl seiner Ordnungsgenossen bringt.

Bemerkenswerth erscheint eine kurze, aber dicke Epithelleiste, welche unmittelbar lingualwärts vom obern knospenförmigen Schmelzkeim des hintern Milchbackenzahns vom Mundhöhlenepithel abgeht, nach hinten weiter vom Schmelzkeim abrückend (Fig. 91, 92). In Anbetracht ihrer Lage sowie ihrer Beziehung zum Pd 3 kann besagte Epithelleiste nur als eine Abspaltung von der Schmelzleiste gedeutet werden. Da aber bekanntlich die Zähne sich nicht auf einem so frühen Stadium von der Schmelzleiste abschnüren, so liegt hier eine eigenartige Bildung vor, welche vielleicht dem Verhalten der Schmelzleiste bei den niederen Wirbelthieren gleich zu stellen ist.

Stadium B.

Bezüglich dieses Stadiums sei hier nur erwähnt, dass sämmtliche Zähne des persistirenden Gebisses als kappen- oder glockenförmige Schmelzkeime bereits angelegt sind, und dass alle Milchzähne verkalkt sind, wobei jedoch zu bemerken ist, dass der im vorigen Stadium vorhandene Schmelzkeim des Pd 2 hier sowohl oben als unten fehlt ohne erkennbare Spuren hinterlassen zu haben. Da Pd 2 sowohl auf dem folgenden Stadium als auch bei einem von mir untersuchten Jungen von Desmodus fehlt, während Pd 3 bei den betreffenden Exemplaren vorhanden ist, so weicht Desmodus von den übrigen untersuchten Chiropteren dadurch ab, dass bei ihm der vorderste Pd zwar angelegt aber nicht ausgebildet wird.

auf meine frühere Deutung stützten (l. c. pag. 9 und Note 2), in Wegfall. — Dr. WINGE hat die Liebenswürdigkeit gehabt mir ein Exemplar derselben Art zur Untersuchung zu übersenden; auch bei diesem fand sich der fragliche winzige Pd 1 im Oberkiefer. Dagegen beruht WINGE's Angabe (II pag. 57), dass bei diesem Exemplare auch ein oberer P 1 (nach W.'s Bezeichnung P 2) vorkommt, wie er später (III) berichtigt, auf einem Irrthum.

Stadium C.

Die Milchzähne sind fast vollständig ausgebildet; auch hier fehlt, wie erwähnt, P d 2 vollständig, während P d 3 neben P 3 gut ausgebildet ist (Fig. 96). Von dem persistirenden Gebiss hat im Unterkiefer J das Stadium mit glockenförmigem Schmelzkeim erreicht und bei C, P 1, 3 und M 1 ist bereits eine schwache Verkalkung vorhanden; im Oberkiefer ist der grosse J stark verkalkt, C und Prämolaren etwas weniger. Die Schmelzleiste ist nur stellenweise durch Knochengewebe unterbrochen; über den Schmelzkeimen der persistirenden Zähne ist hier und da noch der Zusammenhang zwischen Schmelzleiste und Mundhöhlenepithel vorhanden. Fast in noch höherem Grade als bei Phoca (vergleiche oben pag. 68) tritt lingualwärts von den Prämolaren und dem Molaren das mehr oder weniger deutlich angeschwollene Ende der Schmelzleiste frei hervor (Fig. 94, 95). Wie die Abbildung zeigt, erhält man hier von einem Zahne der zweiten Dentition ein solches Bild, wie es sonst nur die Milchzähne geben. Durch die grössere Vollständigkeit der Schmelzleiste und das Vorhandensein des angeschwollenen Schmelzleistenendes neben den Prämolaren ist hier ebenso wie bei Phoca offenbar eine besonders grosse Praedisposition für das Zustandekommen einer dritten Dentition gegeben. Ob dieser für das Auftreten einer solchen Dentition günstige Umstand ausschliesslich auf die grössere Schmalheit der betreffenden Zähne bei *Phoca* und *Desmodus* zurückzuführen ist, will ich vor der Hand unentschieden lassen. Es ist nämlich zu bemerken, dass auch bei dem obern J, welcher ja eine für einen J gewaltige Grösse erreicht, ein deutlich angeschwollenes und stark hervortretendes freies Schmelzleistenende vorhanden ist (Fig. 97). Dass die Schmelzleiste bei Desmodus sich zu dem einzigen Molaren nicht ganz so wie sonst bei Molaren anderer Säuger verhält — vergleiche z. B. *Erinaceus* (siehe oben Textfig. 2—4, pag. 18) — sondern eher so wie es bei Prämolaren der Fall ist, beruht dagegen jedenfalls zunächst auf der geringen Breite dieses Zahnes verglichen mit den bei Molaren gewöhnlichen Dimensionen. Bei einigen Zähnen, wie bei J im Oberkiefer und P 3 im Unterkiefer, steht die Schmelzleiste in Verbindung nicht nur mit dem Ersatzzahne sondern auch noch mit dem theilweise erhaltenen äussern Schmelzepithel des Milchzahnes — natürlich Dank der hier ausnehmend geringen Grösse des letztern — und wir erhalten somit Bilder, welche in besonders lehrreicher Weise das Verhalten der beiden Dentitionen zur Schmelzleiste demonstriren (Fig. 96).

In einer früheren Arbeit (I) habe ich durch vergleichend-anatomische Untersuchungen den Nachweis geliefert, dass innerhalb der durchaus natürlichen Familie der *Stenodermata* die Reduction in der Backenzahnreihe nicht durch den Verlust von Prämolaren, sondern durch Rudimentärwerden und Schwund von Molaren erfolgt [1]), während die Prämolaren constant $\frac{3}{3}$ verbleiben und keinerlei Verkrümmung aufweisen. Der Reductionsprocess der Molaren lässt sich Schritt für Schritt verfolgen:

Brachyphylla	M	$\frac{1.\ 2.\ 3.}{1.\ 2.\ 3.}$	(normal entwickelte M 3).
Sturnira u. a.	„	$\frac{1.\ 2.\ 3.}{1.\ 2.\ 3.}$	(rudimentäre M 3).
Artibeus u. a.	„	$\frac{1.\ 2.}{1.\ 2.\ 3.}$	(rudimentärer unterer M 3).
Chiroderma	„	$\frac{1.\ 2.}{1.\ 2.}$	(normal entwickelte M 2).
Pygoderma	„	$\frac{1.\ 2.}{1.\ 2.}$	(reduzirte M 2).

[1]) Wie es innerhalb dieser Ordnung nur noch bei *Pteropi* (und bei Ischnoglossa) vorkommt.

Da es nun allgemein anerkannt ist, dass die *Desmodi* (*Diphylla* und *Desmodus*), was die übrigen Organisationsverhältnisse betrifft, sich den Stenodermata auf das intimste anschliessen, so lag die Folgerung nahe, dass das eigenartige Gebiss der *Desmodi* durch eine in derselben Richtung fortgesetzte Reduction in der Molarenreihe aus dem Stenodermengebisse entstanden sei, zumal da die Form der Schneidezähne und Prämolaren bei *Stenodermata* eine solche Auffassung ebenfalls durchaus begünstigt. Das Gebiss der *Stenodermata* bildet auch in der That mit dem der *Desmodi*, was die Anzahl der Componenten betrifft, eine vollkommen lückenlose Serie: an die am meisten reduzirte Stenodermengattung *Pygoderma*[1]) mit M $\frac{2}{3}$ schliesst sich die Desmodi-Gattung *Diphylla* mit M $\frac{1}{2}$ und an diese endlich die von letzterer im übrigen wenig abweichende Gattung *Desmodus* mit M $\frac{0}{1}$ an, während die Anzahl der Prämolaren auch hier constant $\frac{2}{2}$ beträgt. Diese schon vor 18 Jahren ausgesprochene, auf vergleichend-anatomische Befunde gestützte Auffassung, durch welche uns die Entstehung des Desmodi-Gebisses verständlich wird, erhält durch die embryologischen Thatsachen die vollkommenste Bestätigung. Die Beziehungen der Milchbackenzähne zu den persistirenden Zähnen beweisen, dass die von mir gegebene Deutung der Backenzahnreihe die richtige ist. Ich habe um so mehr Ursache dieses Ergebniss hier zu betonen, als die in der Zwischenzeit publicirten Arbeiten von Dobson (II) sowie Flower und Lydekker noch immer für *Diphylla* P $\frac{2}{3}$ M $\frac{1}{1}$ und für *Desmodus* P $\frac{2}{3}$ M $\frac{0}{0}$ angegeben werden; ebenso unvereinbar mit den vorliegenden Befunden ist Winge's (II) Formel: *Diphylla* P $\frac{1}{2}$ M $\frac{2}{2}$ und *Desmodus* P $\frac{1}{2}$ M $\frac{1}{1}$.

Vesperugo serotinus.

Embryo; Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 20 Mm.

Die Zahnentwicklung ist bei dem vorliegenden Embryo weiter vorgeschritten als bei einem der vorher beschriebenen Embryonen: nicht nur dass die persistirenden Zähne mit Ausnahme des M 3 stark verkalkt sind, es haben schon mehrere Milchzähne mit ihren Spitzen das Zahnfleisch durchbrochen. Um so auffallender ist die stattliche Entwicklung der Schmelzleiste: die Schmelzleiste geht noch continuirlich durch die ganze Kieferlänge (Unterkiefer), was auf entsprechendem Stadium bei keinem von mir untersuchten anderen Säugethiere der Fall ist; ferner steht dieselbe, obgleich der Zusammenhang zwischen ihr und den weit entwickelten untern J schon gelöst ist, nichts desto weniger noch in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel und ist stark ausgebildet. Die starke Ausbildung behält sie auch noch neben C bei, wenn auch der Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel hier aufgehoben ist; weiter nach hinten wird die Schmelzleiste schwächer.

Der untersuchte Embryo von *Cynonycteris aegyptiaca* (Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 25 Mm.) bot keine erwähnenswerthen Besonderheiten dar.

[1]) Hiermit ist nicht gesagt, dass diese Gattung als die Stammform der Desmodi anzusehen ist.

Hinsichtlich des Zahnwechsels und der Beziehungen zwischen erster und zweiter Dentition im allgemeinen kann ich auf die bereits oben (pag. 74—75) referirten Ergebnisse verweisen. Auch die Bedeutung des hier besonders bemerkenswerthen Verhaltens der Schmelzleiste lingualwärts von den Zahnanlagen der zweiten Dentition dürfte zur Genüge aus dem obigen (pag. 79) und den mitgetheilten Abbildungen (Fig. 94—97) erhellen. Dagegen möchte ich besonders hervorheben, dass der vorderste Prämolar — hier als P 1, von Winge (II) als P 2 bezeichnet — insofern mit dem vordersten Prämolaren bei *Phoca*, *Canis*, *Viverridae* etc. übereinstimmt, als er eines Vertreters in der ersten Dentition entbehrt. Die Ursache des Fehlens des Pd 1 kann jedoch bei Chiroptera nicht wie bei den vorgenannten Säugethieren in der Minderwerthigkeit des P 1 gesucht werden. Vielmehr greift die Reduktion meistens zuerst den P 2 und nicht den P 1 an. Hierdurch erhalten wir z. B. bei *Vespertilionidae* folgende Zahnhomologien in der Prämolarenreihe:

Vespertilio	P	1.	2.	3.
			2.	3.
			2.	3.
		1.	2.	3.
Plecotus	P	1.		3.
			2.	3.
			2.	3.
		1.	2.	3.
Vesperugo	P	1.		3.
			2.	3.
			2.	3.
		1.		3.
Vesperus	P		2.	3.
			2.	3.
		1.		3.[1])

Anderseits kann — dies ist der Fall wahrscheinlich bei der Mehrzahl der Vampyri und Glossophagae — die Anzahl der Milchbackenzähne im Oberkiefer vollständig (d. h. drei) sein, während der obere P 1 gleichzeitig konstant fehlt:

Carollia, *Phyllostoma*	P		2.	3.
		1.	2.	3.
			2.	3.
		1.		3.
Glossophaga	P		2.	3.
		1.	2.	3.
			2.	3.
		1.	2.	3.

[1]) In der Tabelle in II pag. 33 wird der obere Prämolar bei Vesperus als P 1 bezeichnet; dass dieses auf einen Schreibfehler zurückzuführen ist, erhellt aus den früheren, richtigen Angaben (I pag. 30).

Die Beziehungen zwischen erster und zweiter Dentition sind also bei den Chiroptera von solcher Art, wie wir sie sonst nirgends finden. Ihre Erklärung findet diese Erscheinung in der durchaus verschiedenartigen Funktion der beiden Dentitionen, denn diese bedingt die vollständige und beispiellose Unabhängigkeit derselben, wie sie durch die oben angeführten Zahnformeln illustrirt wird. Durch diese Unabhängigkeit der beiden Dentitionen von einander wird uns auch verständlich, wesshalb das Fehlen des P d 1 bei Chiroptera nicht auf dieselbe Ursache wie bei andern Säugethieren zurückgeführt werden kann.

Marsupialia.

Geschichtlicher Ueberblick.

Nachdem bereits früher von Waterhouse bei *Hypsiprymnus*, von Owen (II) bei *Macropus* und von Gervais (II) bei *Didelphys* ein theilweiser Zahnwechsel nachgewiesen war, stellte Flower in einer 1867 erschienenen Arbeit (III) durch Untersuchung einer grössern Anzahl Beutelthiere (ausser den früher beschriebenen noch *Thylacinus*, *Perameles* und *Phalangista*) fest, dass innerhalb dieser Säugethierordnung der Zahnwechsel allgemein auf einen Zahn, den dritten Prämolaren, beschränkt ist. Aus seinen Beobachtungen zieht Flower den Schlussatz, dass bei den Beutelthieren das gesammte persistirende Gebiss der zweiten Dentition der placentalen Säuger entspricht, während nur ein Milchzahn vorhanden ist, wesshalb er das Milchgebiss als eine erst von den Säugethieren neu erworbene Dentition, als eine neue Zuthat auffasst. Diese Anschauung ist dann später von Thomas (I) weiter ausgearbeitet worden, welcher auch bei dem mesozoischen *Triconodon serrula* einen Zahnwechsel nur an der Stelle des letzten Prämolaren nachwies; ausserdem fand T. bei *Myrmecobius* den letzten (3.) Prämolaren im Durchbruch begriffen, während die umstehenden Zähne schon fertig waren, was T. veranlasst auch bei diesem Thiere einen Zahnwechsel anzunehmen. Ich (VII) konnte die letzterwähnte Beobachtung von Thomas bestätigen; dieser Befund schien mir auch gegen die von Winge (I) aufgestellte Hypothese, dass die grössere Anzahl der Backenzähne bei *Myrmecobius* durch das Stehenbleiben von Milchzähnen in der Reihe der permanenten Zähne verursacht sei, zu sprechen.

Fernere Beiträge zur Kenntniss des Zahnwechsels der Beutelthiere lieferten Tauber (III), welcher die überraschende Mittheilung machte, dass er bei einem Exemplare von *Phalangista vulpecula* einen verkalkten Vorgänger auch des vierten Backenzahnes gefunden habe, und Thomas (IV), welcher einen rudimentären Vorgänger des dritten Prämolaren bei *Phascolarctus* nachwies.

Mikroskopisch ist die Zahnentwicklung bei einem Beutelthiere und zwar bei *Macropus* zuerst von Pouchet und Chabry untersucht worden, ohne dass diese Forscher Besonderheiten nachweisen konnten. Erst Kükenthal's (I, IV) Untersuchungen über die Gebissentwicklung von *Didelphys* lenkten unsere Gesammtauffassung des Zahnsystemes der Beutelthiere in neue Bahnen. Den lingualwärts vom „Halse des Schmelzorganes“ fast aller Zahnanlagen ausgehenden und mit angeschwollenem Ende versehenen Epithelialstrang deutet K. als die in ganz typischer Weise angelegten ersten Stadien des Schmelzkeimes von Ersatzzähnen, von welchen nur P 3 zur völligen Entwicklung gelangt. Das persistirende Gebiss der Beutelthiere entspricht also mit dieser einen Ausnahme der ersten Dentition, dem Milchgebiss, der placentalen Säuger. Dieser neuen Auf-

fassung schloss sich dann auch sofort THOMAS (V) unter Aufgabe seiner frühern Ansicht an. Bestätigung und Erweiterung erhielten KÜKENTHAL's Untersuchungen sowohl durch WOODWARD (I) als auch vornehmlich durch RÖSE (VI)[1]), welcher Stadien von *Didelphys* an Schnittserien und Beuteljunge einiger anderer Formen „mit Hilfe des Präparirmikroskops makroskopisch" untersuchte. Die durch das Verkennen des P d 3 entstandenen irrigen Schlussfolgerungen hat RÖSE später (VII) auf meine Veranlassung zurückgenommen, wesshalb ich von diesem Punkte absehen kann. RÖSE (VIII) hat ferner die Zahnentwicklung von *Phascolomys* untersucht, und WOODWARD (II) neuerdings wichtige Mittheilungen über die Entwicklung des Gebisses bei mehreren Repräsentanten von *Macropus*, *Petrogale*, *Bettongia* und *Aepyprymnus* gemacht.

Meine eigenen Arbeiten auf diesem Gebiete haben, wie die in den Jahren 1892 und 1893 veröffentlichten vorläufigen Berichte (III, IV) darthun, zunächst KÜKENTHAL's Auffassung in wesentlichen Theilen bestätigt und seine Angaben erweitert, indem ich nicht nur bei *Didelphys*, sondern auch bei *Phalangista*, *Phascolarctus*, *Perameles* und *Myrmecobius* übereinstimmende Verhältnisse nachweisen konnte. Auf Grund des nun vorliegenden reichern Thatsachenbestandes suchte ich eine Erklärung der Entwicklungsvorgänge beim Beutelthiergebiss zu geben und konnte ausserdem, namentlich bei *Myrmecobius*, deutliche Reste eines von niederen Wirbelthieren ererbten Gebisses, welches den dem „Milchgebiss" der placentalen Säugethiere entsprechenden Zähnen vorangegangen ist, nachweisen.

Diese kurze Uebersicht kann und soll selbstverständlich nur zu einer vorläufigen Orientirung über die bisherigen Leistungen auf dem fraglichen Gebiete dienen. Eingehender werde ich die Mehrzahl der obigen Arbeiten am betreffenden Orte in der nachfolgenden Darstellung zu berücksichtigen haben.

Eigene Untersuchungen.

Didelphys marsupialis.[2])

Ich fange meine Darstellung mit dieser Form an, da ich von derselben die zahlreichsten Entwicklungsstadien, nämlich sieben, habe untersuchen können. Diese ebenso wie die folgenden sind an Frontalschnitten untersucht.

Stadium A: Didelphys aurita[3]). Marsupium-Junges, neugeboren. Länge vom Scheitel zur hintern Körperrundung 9 Mm. Lippen sind noch nicht zum Saugmund verwachsen[4]). Ohne Ohrmuschel. Hinterzehen nicht differenzirt.

Stadium B: D. aurita. Marsupium-Junges. Länge vom Scheitel zur hintern Körperrundung 17 Mm. Saugmund. Völlig nackt. Hinterzehen kaum differenzirt.

Stadium C: D. Azarae. Marsupium-Junges. Länge vom Scheitel bis zur hintern Körperrundung 25 Mm. Saugmund. Kurze Haare an der Schnauze. Hinterzehen differenzirt mit Krallen.

[1]) Schon in einer frühern Arbeit (I) erwähnt R. theilweise das Resultat dieser Untersuchung.

[2]) Ich gebrauche diese Artbezeichnung in dem von THOMAS (VI) angewandten Umfange.

[3]) Da die Kenntniss der verschiedenen Rassen (Did. aurita, cancrivora etc.) für die Beurtheilung des Entwicklungsstadiums wichtig sein kann, gebe ich, wo die Rasse mir bekannt ist, ihren Namen bei jedem Exemplare.

[4]) Bezüglich der Entstehung des Saugmundes bei den Beutelthieren siehe meine Arbeit V.

Stadium D: D. canerivora. Marsupium-Junges. Grösste Körperlänge 31 Mm. Definitive Mundspalte. Offene Augen.

Stadium E: D. canerivora. Marsupium-Junges. Grösste Körperlänge 46 Mm. Die definitive Mundspalte noch nicht geöffnet (was doch bei dem jüngern Exemplare D der Fall ist!). Langer Schnurrbart und kurze Körperhaare.

Stadium F: Junges Thier, das wahrscheinlich zeitweilig noch im Marsupium gelebt hat. Länge vom Schwanze zur Kloake 85 Mm. Definitive Mundöffnung. Kurz behaart.

Stadium G: D. canerivora. Junges, völliges behaartes Thier. Länge von der Schnauze zur Kloake 110 Mm.

Unterkiefer.

Im *Stadium A* ist keine andere Anlage des Zahnsystems vorhanden als eine auf dem Frontalschnitte linsenförmige Verdickung des Mundhöhlenepithels, welche auf einer kurzen Strecke des Kiefers vorkommt. Wir haben hier offenbar die von Röse (III) zuerst nachgewiesene s. g. primäre Zahn- (Schmelz-)leiste vor uns.

Stadium B. Die Schmelzkeime der Schneidezähne stehen auf dem knospenförmigen Stadium und liegen unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel, so dass man keine besondere Schmelzleiste unterscheiden kann; mit andern Worten: die Schmelzleiste hat sich völlig zum Schmelzkeim differenzirt. Die Anlagen der Backenzähne sind weiter entwickelt, nämlich kappen- oder gar glockenförmig mit beginnender Schmelzpulpa und deutlichem Zahnsäckchen; auch bei den Backenzähnen ist das Stück der Schmelzleiste, welches den Schmelzkeim mit dem Mundhöhlenepithel verbindet, sehr kurz (niedrig). Ein freies Ende der Schmelzleiste an der Medialfläche des Schmelzkeimes ist nicht vorhanden; vergleiche die Bemerkungen über die Zahnanlagen im Oberkiefer desselben Stadiums.

Stadium C. Bezüglich des Ausbildungsgrades auf diesem Stadium ist zu bemerken, dass bei Jd 1—3, Cd, Pd 2[1]) und 3 sowie M 1 bereits Hartgebilde aufgetreten sind, während bei Jd 4 und Pd 1 solche noch fehlen; von M 2 ist nur ein grosser knospenförmiger Schmelzkeim vorhanden. Ich bemerke ausdrücklich, dass Pd 3 nicht weiter entwickelt ist als Pd 2. Die Schmelzleiste erhält sich durch die ganze Kieferlänge, hat aber nur stellenweise ihren Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel bewahrt. Von der Schmelzleiste über dem vordersten Ende des Jd 1 gehen labialwärts zwei deutliche oberflächliche Leisten ab (Fig. 105); weiter nach hinten steht sie an ihrer lateralen Seite mit Jd 1 in Verbindung, doch so, dass ihr Ende sich neben (lingualwärts von) besagter Zahnanlage markirt (Fig. 106). Aehnlich verhält sich die Schmelzleiste zu Jd 2—4: bei diesen entwickelt sie vor und lingualwärts von dem betreffenden Milchzahn einen knospenförmigen Schmelzkeim. Bei Cd wiederholt sich dasselbe, nur dass der Zahn sich schon vollständiger von der Leiste abgeschnürt hat (Fig. 103, 104). Wesentlich ebenso wie bei Cd sind die Verhältnisse bei Pd 1 und 2 (Fig. 116). Zwischen Pd 2 und 3 ist der Schmelzkeim stärker entfaltet als einer der vorhergehenden, nämlich sowohl dicker als auch mit tieferer Leiste versehen (Fig. 110—112); die Beziehungen zum Mundhöhlenepithel

[1]) Ueber die Berechtigung diese Zähne als „Milchzähne“ aufzufassen vergleiche theils meine Darstellung in III pag. 522—525 theils unten. Die hier angewandte Bezeichnung der Ordnungsfolge der Zähne ist dagegen vollkommen konventionell und macht keinen Anspruch darauf specielle Homologien mit dem Gebisse der Placentalier auszudrücken.

erhellen ebenfalls aus diesen Abbildungen. Aus den mitgetheilten Befunden geht zunächst hervor, dass ein freies, mehr oder weniger deutlich angeschwollenes Schmelzleistenende nicht nur dem P d 3, sondern sämmtlichen vorhergehenden funktionirenden Zähnen entsprechend vorhanden ist. Da die fraglichen Anlagen auf diesem Stadium sich nur durch etwas geringere Grösse von dem Schmelzkeim des P 3 unterscheiden, müssen sie offenbar als zu derselben Dentition wie dieser gezählt werden. Da nun P 3 von allen Autoren und mit Recht als „Ersatzzahn" aufgefasst worden ist, müssen auch die ihm gleichwerthigen Anlagen ebenso, d. h. als der zweiten Dentition der Placentalier entsprechend betrachtet werden, woraus wiederum mit Nothwendigkeit folgt, dass die übrigen persistirenden Zähne der Beutelthiere wie P d 3, welcher stets als „Milchzahn" gedeutet worden ist, der ersten Dentition der Placentalier homolog sind. Hierin kann ich also Kükenthal beistimmen. Ferner erhellt aber aus den vorliegenden Befunden wie auch aus der Untersuchung der folgenden Stadien, dass besagte Schmelzkeime medialwärts und v o r den entsprechenden Milchzähnen (Fig. 103, 104) entstehen, und in diesem Punkte weiche ich von Kükenthal ab, welcher (1 pag. 664) die fragliche Anlage „aus dem Halse des Schmelzorgans" entspringend lässt; auch ist ein dem P d 2 entsprechender Ersatzschmelzkeim (Fig. 116), welchen Kükenthal nicht gefunden, vorhanden (Fig. 116). In der Region des M 1 ist die Schmelzleiste tiefer und dicker als in ihrem vorhergehenden Verlaufe; vor M 1 zeigt sie verschiedene Wucherungen, bis sich schliesslich eine oberflächliche Anschwellung ausbildet, welche in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel tritt (Fig. 107—109). Besagte oberflächliche Anschwellung ist aber nichts anderes als eine grössere vom Mundhöhlenepithel abgeschnürte Partie; wäre dieselbe auch von der Schmelzleiste abgelöst, dann wäre wohl ein „Epithelnest" entstanden, wie ich es ebensowohl bei Didelphys wie bei andern Thieren beobachtet habe. Die Anschwellung am tiefen Ende der Schmelzleiste vor und neben dem vordern Theile von M 1 (Fig. 109) ist offenbar der Schmelzkeim eines Ersatzzahns, dem M 1 entsprechend. M 2 ist nur eine grosse Knospe am tiefen Ende der Schmelzleiste.

Stadium D unterscheidet sich hauptsächlich dadurch vom vorigen Stadium, dass in P d 1 Hartgebilde aufgetreten sind. Auch hier fand ich den von Kükenthal vermissten Schmelzkeim des P 2 (Fig. 118); derselbe ist etwas weiter entwickelt als im vorigen Stadium, was jedenfalls — selbst bei Berücksichtigung der verschiedenen Grösse der Rassen — beweist, dass auf diesem Entwicklungsstadium noch keine Art von Rückbildung eingetreten ist (vergleiche Fig. 116 und 118). Von den vorliegenden Schnitten erhält man Bilder, welche mit aller wünschenswerthen Deutlichkeit zeigen, dass die Schmelzkeime der Ersatzzähne, der Ansicht Baume's entgegen, nicht aus „Resten" der Schmelzleiste entstehen, da die letztere auf der Strecke, wo sie — den späteren Stadien zufolge — den Schmelzkeim des P 3 trägt, stärker ist als sonst z. B. als neben dem hintern Theile von P d 2 (vergl. Fig. 115 und 117).

Bei *Stadium E* sind an sämmtlichen Milchzähnen vor M 3 Hartgebilde entwickelt. Die Schmelzleiste steht nicht mehr im Zusammenhange mit J d, C d oder P d und hat sich auf der Strecke von J d 1 bis P d 2 stark zurückgebildet, wobei auch die entsprechenden Schmelzkeime reduzirt worden sind (vergl. das nächste Stadium). Neben dem hintern Theile von P d 2 wird die Schmelzleiste stärker und tiefer da, wo sie den knospenförmigen Schmelzkeim des P 3 trägt. Am hintern Ende des P d 3 schwillt der oberflächliche Theil der Schmelzleiste an; letztere kommt dorsal vom M 1 zu liegen und tritt schliesslich in Verbindung mit M 1 (Fig. 113), in dessen vorderem Theile sie noch zu einem knospenförmigen Schmelzkeime anschwillt. Hat die besagte Verbindung aufgehört, so schwillt das oberflächliche Ende der Schmelzleiste noch stärker an;

aber auch das tiefe Ende zeigt neben dem vordern Theile des M 2, der noch zum grössern Theile oberflächlich (dorsal) vom M 1 liegt, eine schwache knospenförmige Anschwellung, welche vielleicht als Ersatzschmelzkeim des M 2 gedeutet werden muss (Fig. 114).

Stadium F. Von der Schmelzleiste selbst sind neben Jd. Cd. Pd 1 und 2 nur noch schwache, unzusammenhängende Stränge vorhanden, wogegen sich die Schmelzkeime neben Jd 1, Pd 1 und 2 erhalten haben (Fig. 119). Es ist diese Permanenz der Schmelzkeime um so bemerkenswerther, als die betreffenden persistirenden Zähne dem Durchbruch nahe sind, und desshalb für die Beherbergung der Schmelzkeime nur ein schmales Bindegewebelager zwischen den erstgenannten und dem Mundhöhlenepithel vorhanden ist. Neben dem hintern Theile des Pd 3 ist die Schmelzleiste unterbrochen, und der dem M 1 entsprechende Schmelzkeim verschwunden. Ueber M 1 tritt die Schmelzleiste wieder auf und wird allmählig länger, sie trägt über dem vordern Theile des M 2 ein knospenförmiges Schmelzorgan sowie den Rest eines Verbindungsstranges mit dem genannten Zahne (Fig. 120). M 3 entwickelt sich über und medialwärts von M 2, hat noch kein Hartgebilde und steht noch in breiter Verbindung mit der Schmelzleiste.

Im *Stadium G* ist die Schmelzleiste stark rudimentär, stellenweise ebenso wie die Ersatzschmelzkeime völlig verschwunden. Doch hat sich neben dem vordern Theile des Jd 1, an dem die Schmelzpulpa verschwunden und das innere Schmelzepithel schon stark reduzirt ist, der Schmelzkeim und ein Theil der Schmelzleiste erhalten (Fig. 121). Auch der Schmelzkeim des P 2 ist neben dem hintern Ende des Pd 1 noch vollständig erhalten (Fig. 122).

Oberkiefer.

Stadium A. Es sind hier noch keinerlei Zahnanlagen vorhanden. Vielleicht ist dieser Befund mit dem übereinstimmenden bei Iguana (VI) zusammenzustellen, wo die Zahnbildung im Unterkiefer ebenfalls früher als im Oberkiefer auftritt.

Stadium B. Auch im Oberkiefer liegen die meisten Schmelzkeime unmittelbar dem Mundhöhlenepithel an (Fig. 102). Die Schmelzkeime des Pd 1 und Pd 2 stehen auf dem Anfange des kappenförmigen Stadiums, während Pd 3 auf der Grenze von kappen- und glockenförmigen Stadium steht. Kükenthal sagt vom jüngern, 1 Cm. langen Marsupium-Jungen (I pag. 662, Fig. 1), dass „die bindegewebige Einkerbung nach hinten zu eine vollständige Trennung des innern Epithelkolbens von dem äussern, dem ursprünglichen Schmelzorgan, bewirkt. Es lässt sich diese Abschnürung nur als die erste Anlage des Schmelzorgans des Ersatzzahns auffassen.“ Allerdings habe auch ich bei demselben Zahn (Pd 3) einen getrennten Epithelkolben vorgefunden (Fig. 123) und ein Bild erhalten, welches Kükenthal's Fig. 1 sehr ähnlich ist. Doch liegt bei meinem Präparat dieser abgetrennte „Kolben“ nicht nach innen, sondern nach aussen, also labialwärts vom Schmelzkeim, ist also ebensowenig Schmelzleistenende als Schmelzkeim des Ersatzzahns [1]). Da Kükenthal's Fig. 1 und meine 123 von einer frappanten Uebereinstimmung sind, und da ausserdem aus der von mir gegebenen Figur die Richtigkeit der

[1]) Der „Kolben“ ist in der Abbildung (Fig. 123) weniger markirt als auf dem Präparate.

Orientirung erhellt — aus K.'s Figur an und für sich lässt sich nicht entnehmen, was mediale und was laterale Seite ist —, glaube ich annehmen zu können, dass K. sich in der Orientirung geirrt hat. Diese Vermuthung wird dadurch wesentlich gestärkt, dass das Mundhöhlenepithel sowohl auf meinem Präparate wie auf K.'s Figur nach der Seite hin sich bedeutend verdickt, der der „Kolben"zugekehrt ist, und es ist jedenfalls anzunehmen, dass an K.'s Präparaten ebensowohl wie an meinen diese Seite die laterale ist. Dass mein erheblich grösseres Exemplar auf etwa demselben Entwicklungsstadium wie K.'s steht, kann dadurch erklärt werden, dass K. eine grössere Rasse der D. marsupialis untersuchte, während mein Exemplar der kleinsten (aurita) angehört. K. erwähnt leider nicht, an welcher Form von Didelphys er seine Untersuchungen angestellt hat; dass es D. marsupialis gewesen, dürfte gleichwohl ausgemacht sein. Wir haben also auf diesem Stadium weder im Unter- noch im Oberkiefer eine freie Schmelzleiste lingualwärts vom Schmelzkeim eines Ersatzzahnes.

Obgleich *Stadium C* von derselben Körpergrösse wie das von Kükenthal (I pag. 663) beschriebene Exemplar ist, sind doch die Zähne weniger weit entwickelt, was jedenfalls darauf beruht, dass K.'s Exemplar einer kleinern Rasse angehört. So haben Jd 1—4 kaum das kappen-, Jd 5 erst das knospenförmige Stadium erreicht; neben diesen ist der schon mit Hartgebilden versehene Cd eine überraschende Erscheinung; Pd 1 hat einen glockenförmigen Schmelzkeim und keine Hartgebilde, welche dagegen bei Pd 2, Pd 3 und M 1 vorhanden sind. Ich bemerke ausdrücklich, dass auch hier Pd 3 nicht weiter, eher weniger entwickelt ist als Pd 2 und Cd. M 1 steht auf dem glockenförmigen Stadium ohne Hartgebilde, M 2 ist erst ein knospenförmiger Schmelzkeim. Die meisten Zähne sind somit viel weiter im Unterkiefer (vergl. oben) als im Oberkiefer entwickelt. Die Schmelzleiste, fast vollständig erhalten, ist da, wo sich der Schmelzkeim des P 3 an ihrem Ende entwickelt, mit dem Mundhöhlenepithel verbunden, während dies im vorhergehenden Theile des Kiefers nicht der Fall ist; ein schwacher Zusammenhang existirt ausserdem über M 1. Da nun auch im Unterkiefer die ausgiebigste Verbindung zwischen Mundhöhlenepithel und Schmelzleiste über der Anlage des P 3 stattfindet, so ist man berechtigt, diese Thatsache mit der Entwicklungsfähigkeit dieses Schmelzkeimes im Gegensatze zu den andern sich wieder rückbildenden Keimen, wo die Verbindungspartie mit dem Mundepithel resorbirt ist, in Zusammenhang zu bringen. Ausser P 3 fand ich knospenförmige Schmelzkeime zu C, P 2 und M 1. Die relative Lage ist dieselbe wie im Unterkiefer. Das Verhalten der Schmelzleiste zu M 1 ist deshalb von Interesse, weil man hier dieselben Bilder erhält wie bei dem gleichen Zahne von Erinaceus Stadium C; vergl. Fig. 124 (Didelphys) mit Textfigur 2 (Erinaceus).

In Bezug auf *Stadium D* und *E* ist zu bemerken, dass ausser der selbstverständlichen Weiterentwicklung der Milchzähne Schmelzkeime der Ersatzzähne für alle Zähne bis M 2 vorhanden sind. Der Schmelzkeim des P 3 (Fig. 125) steht bei Stadium D auf dem kappenförmigen Stadium, ist also weiter vorgerückt als im Unterkiefer; die Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel hat aufgehört. Im Gegensatz zu Kükenthal habe ich auch hier medialwärts vom vordern Theile des Pd 2 einen Schmelzkeim des P 2 gefunden.

Die Oberkiefer der Stadien F und G wurden nicht untersucht[1]).

[1]) Kükenthal hat neuerdings (II) seine frühere Angabe, nach welcher der in seiner Figur 8 abgebildete Schmelzkeim des M 3 die Ersatzzahnanlage des M 2 sei, und welche Angabe Röse (VI) und ich (III) schon früher berichtigten, zurückgenommen.

Myrmecobius fasciatus.

Myrmecobius hat das Interesse der Forscher vornehmlich durch den Umstand erregt, dass er normal eine grössere Anzahl Backenzähne (nämlich $\frac{8}{8}$ oder $\frac{8}{9}$) als irgend ein anderes heterodontes Säugethier der Jetztwelt aufweist und desshalb zu Vergleichungen mit einigen mesozoischen Säugern herausfordert; wird er doch von berufenen Forschern (Thomas VI, Flower und Lydekker) als ein „unmodified survivor from Mesozoic times" angesehen. Poulton, der Entdecker des Ornithorhynchus-Gebisses, hebt die Aehnlichkeit der Backenzähne bei Ornithorhynchus und Myrmecobius hervor.

Eine den citirten Ansichten entgegengesetzte Auffassung vertritt Winge (I, III), indem er den direkten genetischen Zusammenhang des Myrmecobius-Gebisses und der Jura-Säuger in Abrede stellt und nachzuweisen sucht, dass das Zahnsystem bei Myrmecobius kein primitives Gepräge besitzt, sondern rückgebildet und von einem Dasyuriden mit $\frac{7}{7}$ Backenzähnen abzuleiten ist. Die grössere Anzahl der Backenzähne bei Myrmecobius will nämlich W. durch die Hypothese erklären, dass Milchzähne neben den permanenten Zähnen stehen geblieben sind.

Thomas (I) und ich (VII) konnten jedoch konstatiren, dass bei jugendlichen Exemplaren sowohl im Ober- als im Unterkiefer der 3. Backenzahn viel später fertig gebildet wird als die nächst stehenden Backenzähne. Da nun bekanntlich gerade der 3. Backenzahn bei den Beutelthieren einen Vorgänger hat, so spricht der Entwicklungsmodus auch bei Myrmecobius sehr zu Gunsten der Annahme, dass hier ebenfalls ein Vorgänger vorhanden gewesen, wenn auch bei meinen ebenso wie bei Thomas' Exemplaren der letztere bereits verschwunden war. Aus meinen Untersuchungen über das Myrmecobius-Gebiss zog ich den Schluss, dass es, was die Form der Backenzähne betrifft, theilweise reduzirt[1]), dass aber die grössere Anzahl etwas Primitives, von mesozoischen Säugethieren Ererbtes ist.

Vollständige Schnittserien habe ich von einem „Marsupium"-Jungen, den ich der Güte des Herrn Dr. Stirling in Adelaide verdanke, untersucht. Die Länge vom Scheitel zur hintern Körperrundung beträgt 20 Mm; nackt mit Ausnahme des Kopfes, welcher dünn behaart ist; Augenlider geschlossen; Saugmund[2]).

Unterkiefer.

Mit Ausnahme des J d 1 und M 2 (siehe unten) sind die Zähne w e n i g e r entwickelt als die entsprechenden bei einem Didelphys marsupialis von 25 Mm. Körperlänge (Stadium C), obgleich bei Vergleichung des Entwicklungsgrades besagter Individuen im Uebrigen und ihrer Grösse im Verhältniss zum erwachsenen Thiere das vorliegende Junge offenbar viel weiter entwickelt und somit älter als das Exemplar C von *Didelphys marsupialis* ist. Nur J d 1 ist sehr weit ausgebildet: er ist schon stark verkalkt und steht etwa auf derselben Entwicklungsstufe wie der

[1]) Die früher (VII) von mir angenommene Typengemeinschaft der Backenzähne von Myrmecobius und Ornithorhynchus halte ich jetzt, nachdem Stewart neuerdings die intakten Zähne des letzteren kennen gelehrt hat, für mehr als zweifelhaft.

[2]) Mit Rücksicht auf die von allen bisher untersuchten Säugethieren abweichenden Befunde, welche ich bei Myrmecobius angetroffen habe, sind Ober- und Unterkiefer b e i d e r Seiten auf Frontalschnitten untersucht worden.

gleiche Zahn bei einem 46 Mm. langen Jungen von Didelphys marsupialis, dagegen sind bei keinem der andern Zähne Hartgebilde vorhanden. Cd 1, Pd 1, Pd 3 und M 1 stehen auf dem glockenförmigen, Jd 2, Jd 3 und Pd 2 auf dem kappenförmigen und M 2 auf dem knospenförmigen Stadium. Dass Jd 1 weiter entwickelt ist als die Milchprämolaren und als M 1, sowie Pd 1 weiter als Pd 2 und Jd 2, sind beachtenswerthe Ausnahmen von dem gewöhnlichen Verhalten.

Die Schmelzleiste, welche die ganze Kieferlänge ohne Unterbrechung durchzieht, steht im Allgemeinen nicht im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel, sondern endigt nach der Oberfläche zu meist plötzlich abgestutzt, nicht spitz auslaufend wie sonst; ich komme im Folgenden auf dieses Verhalten zurück. Lingualwärts von Jd 1 steht die hier besonders starke Schmelzleiste in breitem Zusammenhange mit besagtem Zahne, während bei ebenso weit entwickelten Zähnen von Didelphys der Schmelzkeim sich von der Schmelzleiste viel vollständiger emancipirt hat. Neben Jd 1 ist das tiefe freie Ende der Schmelzleiste knospenförmig angeschwollen. Auch neben Pd 3 hat sich das tiefe Ende der Schmelzleiste deutlich vom Schmelzkeim emancipirt ohne aber eine Knospe zu bilden (Fig. 128). Bei M 1 verhält sich die Schmelzleiste mit ihrem freien Ende ganz so wie bei den Molaren auf dem entsprechenden Entwicklungsstadium z. B. bei Erinaceus (vergl. oben Textfigur 2, pag. 18).

Das grösste Interesse knüpft sich an folgende Befunde.

Von der kurzen Schmelzleiste des Jd 2 geht labialwärts unter fast rechtem Winkel ein kurzer Epithelstrang ab, dessen Ende eine mit unregelmässigen, schwach gezackten Rändern versehene Dentinscherbe umschliesst (Fig. 126 J). Ganz dasselbe wiederholt sich bei Jd 3. Bei Cd hängt ebenfalls ein lateraler Epithelstrang, an dessen Ende die hier etwas grössere Dentinscherbe (C) liegt, mit dem Mundepithel zusammen und mit diesem Epithelstrang steht wiederum die Schmelzleiste des Cd in Verbindung (Fig. 127). Während diese Dentinscherbe und ihr Epithelstrang bei Cd nur auf der einen Seite vorhanden war, fand er sich bei Jd 2 und 3 auf beiden Seiten. Die Deutung dieser Befunde werde ich unten geben.

Oberkiefer.

Ebenso wie im Unterkiefer ist auch hier nur Jd 1 mit Hartgebilden versehen. Cd, Pd 1. Pd 3 und M 1 stehen auf dem glockenförmigen, Jd 2, Jd 3 und Pd 2 auf dem knospenförmigen Stadium. Die Schmelzkeime des Jd 2, Jd 3 und Jd 4 stehen im Zusammenhange mit der Schmelzleiste, welche sonst hier nach der Oberfläche zu meist ebenso abgestutzt wie im Unterkiefer endet. Nur neben Pd 3 war das tiefe Ende der Schmelzleiste frei und schwach angeschwollen.

Labialwärts vom Jd 1 der einen Seite geht direkt vom Mundhöhlenepithel, etwa senkrecht gegen die Schmelzleiste des Jd 1, ein Epithelstrang (Fig. 129 Sl) aus, welcher ebenso wie im Oberkiefer eine Dentinscherbe (Jx) trägt; denkt man sich die Schmelzleiste des Jd 1, welche nicht mit dem Mundhöhlenepithel zusammenhängt, verlängert, so würde sie mit dem Anfange d. h. dem oberflächlichsten Theile des erwähnten Epithelstranges zusammentreffen. Auch beim vordern Theile des Jd 3 geht labialwärts von demselben ein kurzer und dicker Epithelstrang (Oll) vom Mundhöhlenepithel aus, in welchem Strange jedoch keine Dentinscherbe ausgebildet ist (Fig. 130).

Wenden wir uns jetzt zu einer Beurtheilung der bezüglich Myrmecobius mitgetheilten Thatsachen, so ist zunächst zu constatiren, dass die labialwärts von den Zahnanlagen (oberer Jd 1, untere Jd 2, Jd 3 und Cd theilweise auf beiden Seiten) befindlichen Dentinscherben jedenfalls 1) völlig ausgebildete aber rudimentäre Zähne sind, deren ganzer Habitus beweist, dass sie niemals zur weitern Ausbildung, resp. Funktion gelangen und desshalb 2) als in regressiver Entwicklung begriffene Organe aufzufassen sind.

Sodann ist die Frage nach den Beziehungen dieser Gebilde zu den Anlagen der persistirenden Zähne zu erörtern. Wir können dann zunächst aus der Lage der rudimentären Zahnanlagen labialwärts von den persistirenden Zähnen mit vollkommener Sicherheit schliessen, dass die erstgenannten älter sind, einer früheren Zahngeneration als die letztern angehören[1]). Bezüglich der nähern Bestimmung bieten sich zwei Möglichkeiten dar: entweder stellen die fraglichen rudimentären Zähne die erste (Milch-)Dentition dar, welche bis auf diese Reste verschwunden ist, während die zweite Dentition, welche die erste während der Phylogenese gänzlich ihrer Funktion enthoben und verdrängt hat, durch die persistirenden Zähne repräsentirt wird. Oder: die persistirenden Zähne entsprechen bei Myrmecobius wie bei den andern Beutelthieren der ersten Dentition, so dass die erwähnten rudimentären Zähne nichts anderes als Reste einer Dentition, welche der ersten Dentition vorangegangen ist, darstellen können.

Gegen die erste Alternative spricht nun zunächst der Umstand, dass dieselbe ohne jegliche Analogie bei den übrigen Beutelthieren ist, denn bei diesen entspricht ja, wie die neuesten Untersuchungen übereinstimmend darthun, das persistirende Gebiss der ersten Dentition der placentalen Säugethiere. Und da gerade Myrmecobius in Bezug auf die Anzahl der Backenzähne die primitivste Form unter den lebenden Beutelthieren ist, würde, falls wir diese Alternative acceptiren wollten, das Myrmecobius-Gebiss durch das Vorkommen einer ganzen Reihe von Zähnen der zweiten Dentition zugleich höher als die übrigen Beutelthiere entwickelt sein — eine Annahme, welche durch ihren Mangel an Wahrscheinlichkeit von selbst fällt.

Wenden wir uns dann zur zweiten Alternative, so haben wir, da, wie erwähnt, das Gebiss des Myrmecobius durch die grössere Anzahl seiner Backenzähne die primitivste Stellung unter denen der lebenden Beutelthiere einnimmt, auch schon a priori bei ihm eher als bei irgend einem andern ursprünglichere, von niedern Wirbelthieren ererbte Zustände im Gebiss zu erwarten. Und da nun, wie ich früher nachgewiesen, auch bei einigen höhern Formen Spuren von Zähnen, welche der ersten Dentition vorangegangen sind, vorkommen, so steht der Umstand, dass eine solche untergangene Dentition bei Myrmecobius vollständiger als bei der Mehrzahl anderer Säugethiere erhalten ist, — d. h. dass sie aus wirklich verkalkten und in grösserer Anzahl vorkommenden Zahnresten besteht — mit allen übrigen Thatsachen im besten Einklange. Diese Deutung der rudimentären Zähne wird ferner durch die Thatsache gestützt, dass die bei Myrmecobius erhaltenen Bilder in Bezug auf die Beziehungen der Schmelzleiste des rudimentären Zahnes zur Leiste des persistirenden ebenso sehr von den bei allen übrigen Säugethieren vorkommenden Befunden abweichen, wie sie an Zustände bei manchen Reptilien erinnern. So ist hervorzuheben, dass die beiden Schmelzleistentheile d. h. derjenige des rudimentären und derjenige des persistirenden Zahnes, in ihrem oberflächlichen Theile ursprünglich (= auf einem frühern

[1]) Vergleiche die Erörterungen in meinem früheren Aufsatze (III pag. 530 u. f.).

Stadium) jedenfalls stets zusammenhingen (vergleiche Fig. 127, 129, 130); vielleicht ist hierdurch auch die oben erwähnte, eigenthümlich abgestutzte Form der Leiste des persistirenden Zahnes zu erklären.

Ich möchte in diesem Zusammenhange auf einen Befund aufmerksam machen, den ich an einer Frontalschnittserie durch den Unterkiefer eines Embryos von *Anguis fragilis* (Länge von der Schnauze zur Kloake 25 Mm.) gemacht habe. Das Präparat ist in Fig. 131 abgebildet. Wir sehen hier, wie labialwärts von der Anlage des zuerst in Funktion tretenden Zahnes (1) eine Knospe (Ix) von der Schmelzleiste ausgeht, welche offenbar die Andeutung einer ältern, zu Grunde gegangenen Dentition vorstellt. Da ausserdem auch bei andern Reptilien — ich erinnere an Röse's Untersuchungen über *Crocodile* (III) und meine (VI) über *Iguana* — während der Ontogenese unverkennbare Spuren eines der ersten funktionirenden Dentition vorangegangenen Gebisses auftreten, so hat sich in der Wirbelthierreihe das Unterdrücktwerden von ältern Dentitionen jedenfalls mehrmals wiederholt [1]).

Eine andere kräftige Stütze der hier vertretenen Auffassung ist das Vorkommen von Anfängen der Ersatzzähne lingualwärts von einigen persistirenden Zähnen ganz in der Weise, wie ich sie bei allen andern von mir untersuchten Beutelthieren auf entsprechenden Stadien nachgewiesen habe — ein Befund, welcher natürlich die Homologie der persistirenden Zähne bei Myrmecobius mit denjenigen z. B. bei *Didelphys* über jeden Zweifel erhebt. Falls wir überhaupt das persistirende Gebiss der letztern Gattung als dem Milchgebiss der Placentalier — natürlich P 3 immer ausgenommen — homolog erachten, so kommt also selbstverständlich auch das persistirende Gebiss des Myrmecobius in dieselbe Kategorie.

Aus den vorliegenden Thatsachen geht somit hervor, dass beim Marsupium-Jungen des Myrmecobius verkalkte Reste eines von niederen Wirbelthieren ererbten Gebisses, welches den der ersten Dentition der Placentalier entsprechenden Zähnen vorangegangen ist, auftreten.

An die Frage nach dem Verbleiben des P 3, wie bekannt der einzig ausgebildete Repräsentant der zweiten Dentition bei den Beutelthieren, knüpft sich bei Myrmecobius ein besonderes Interesse.

Wie wir gesehen haben, kommt bei Myrmecobius lingualwärts von mehreren Zähnen, welche das glockenförmige Schmelzkeimstadium erreicht haben (darunter P d 3) [2]), ebenso wie bei den übrigen untersuchten Beutelthieren ein freies Schmelzleistenende vor, das bei den am meisten ausgebildeten Zähnen (unterer J d 1 und oberer P d 3) eine knospenartige Anschwellung zeigt. Ferner haben, wie erwähnt, sowohl Thomas (I) als ich (VII) schon früher nachgewiesen, dass bei ältern Exemplaren die Entwicklungsart des 3. Backenzahns bekundet, dass derselbe ein Ersatzzahn ist, welcher einen Vorgänger gehabt haben muss.

Um hierüber nähere Aufschlüsse zu erhalten, habe ich die betreffende Stelle eines Unterkiefers dieses ältern Stadiums (Länge von der Schnauze zur Schwanzwurzel 111 Mm) auf Frontal-

[1]) Vielleicht muss ich ausdrücklich betonen, dass ich natürlich keinerlei direkte oder specielle Homologie zwischen der unterdrückten Dentition bei Reptilien und derjenigen bei Myrmecobius annehme.

[2]) Ob bei denjenigen glockenförmigen Schmelzkeimen, an denen kein freies Schmelzleistenende beobachtet worden, diese erst später auftritt (wie wahrscheinlich), oder ob die Schmelzleiste ganz in die Schmelzkeime übergeht, vermag ich aus Mangel von nächst älteren Stadien nicht zu entscheiden.

schnitten untersucht. Das Ergebniss ist, dass ich wohl eine gut erhaltene Schmelzleiste, welche mit dem noch ziemlich schwach verkalkten Zahn zusammenhängt, aber keine Spur eines Vorgängers gefunden habe. Dieser Befund könnte nun bei oberflächlicher Musterung für Winge's Hypothese (I) günstig erscheinen. W. nimmt an, dass theils in Folge der geringen Grösse der Zähne, theils in Folge der Länge der Kiefer die meisten Zähne so weit von einander gerückt sind, dass im Oberkiefer der 3. Backenzahn Platz bekommt, vor seinem Vorgänger durchzubrechen ohne denselben zu verdrängen; der „Milchzahn" P d 3 existirt nach Winge noch im persistirenden Gebiss als der kleine 4. Backenzahn. Aehnlich deutet W. die Verhältnisse im Unterkiefer. Auch in seiner neuesten Arbeit (III) vertritt Winge diese Auffassung.

Nun geht aber aus der obigen Untersuchung hervor,

1) dass der 3. Backenzahn beim untersuchten, 20 Mm langen Beuteljungen ganz entschieden derselben Zahnreihe angehört wie die übrigen, somit ein P d 3 ist;

2) dass der 3. Backenzahn beim ältern, 111 Mm langen Thiere dagegen nicht derselbe Zahn, wie beim jüngern Individuum, sondern ein Ersatzzahn, somit ein P 3 sein muss, da sonst sein bedeutend späteres Hervortreten unerklärbar wäre;

3) dass der 4. Zahn wenigstens im Unterkiefer ein wirklicher Molar und kein „Milch-Prämolar" ist; dieses erhellt aus dem Verhalten der Schmelzleiste[1]) und ist um so bemerkenswerther, als er in jeder Richtung kleiner als Prämolaren und Molaren ist[2]). Ausserdem wäre doch zu erwarten, dass, falls der 4. Zahn der „Milchzahn" (P d 3) wäre, derselbe auf jedem Stadium weiter entwickelt sein sollte als der entsprechende Ersatzzahn (der 3. Backenzahn nach Winge), was aber, wie wir gesehen, nicht der Fall ist.

Winges Hypothese erhält somit durch die entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen keine Stütze. Diese berechtigen vielmehr zu der Annahme, dass auch bei Myrmecobius ein Ersatz des P d 3 durch einen P 3 stattfindet, wenn auch erstgenannter ebenso wie bei einigen andern Beutelthieren [*Thylacinus*[3]) und einige *Phascologale*-Arten][4]) in seiner Ausbildung wahrscheinlich stark reduzirt ist und früh schwindet. Zur Bekräftigung dieser Annahme wäre allerdings die Untersuchung eines Zwischenstadiums, das mir nicht zu Gebote steht, sehr wünschenswerth.

Perameles nasuta.

Marsupium-Junges. Länge von der Schnauzen-Spitze bis zur Kloake 70 Mm. Nackt bis auf einzelne längere Haare an den Oberlippen und an den Warzen der oberen Augenlider, der Wangen des Unterarms und des Kinnes. Definitive Mundspalte.

Nur der Unterkiefer wurde untersucht. Die Ausbildung der Zähne steht etwa zwischen dem Stadium D und E bei *Didelphys* und bietet keine nennenswerthe Abweichungen dar. Deutliche knospenförmige Schmelzkeime lingualwärts von M 1 und M 2 sind vorhanden.

[1]) Vergleiche bezüglich des Verhaltens der Schmelzleiste bei reduzirten Molaren die Ausführungen bei *Phoca* und *Desmodus*.

[2]) Wie ich schon früher (VII) gezeigt, ist der verkümmerte Habitus des 4. obern und untern Backenzahnes hauptsächlich erst während der individuellen Entwicklung erworben worden.

[3]) Flower (III).

[4]) Thomas (I).

Trichosurus vulpecula.

Stadium A. Marsupium-Junges. Länge vom Scheitel zur Kloake 44 Mm. Nackt, nur im Gesicht einzelne Haare. Saugmund. Augenlider geschlossen.

Stadium B. Marsupium-Junges. Länge von der Schnauzenspitze bis zur Kloake 120 Mm. Nackt bis auf einzelne längere Haare an den Lippen, dem Kinn und Unterarmwarzen. Saugmund.

Unterkiefer.

Stadium A. J d 1, P d 3 und M 1 haben schon Hartgebilde entwickelt, während J d 2 einen glockenförmigen, P d 1 und P d 2 kappenförmige Schmelzkeime haben; der Schmelzkeim des M 2 steht auf dem Uebergange vom kappen- zum glockenförmigen Stadium. Die Schmelzleiste ist vollständig erhalten. Knospenförmige Schmelzkeime lingualwärts von J d 1 und M 1, sowie ein stärkerer solcher für P 3 sind vorhanden.

Stadium B. J d 1, J d 2, P d 3 und M 1 fast vollständig ausgebildet. Die Schmelzleiste ist neben J d 1 in einzelne Stränge aufgelöst, während der Schmelzkeim des J 1 noch deutlich auf dem knospenförmigen Stadium erhalten ist (Fig. 137). Neben dem Wurzeltheile des J d 1, aber von demselben völlig durch die knöcherne Kieferwand getrennt und in einer Aushöhlung der letztern eingelagert, hat sich der Rest eines auf dem kappenförmigen Stadium stehenden Schmelzkeims erhalten (Fig. 138 P d 1). Neben P d 3 sind Reste eines Schmelzorgans auf dem napfförmigen Stadium vorhanden. Da dieses Rudiment auf derselben Entwicklungsstufe wie der oben erwähnte Schmelzkeim (Fig. 138 P d 1) steht, und da die rudimentäre Schmelzleiste diesen Schmelzkeim mit dem vorigen verbindet, und da er ferner eine entsprechende Lage wie dieser einnimmt, so sind jedenfalls diese beiden rudimentären Zahnanlagen derselben Dentition zuzurechnen. Obgleich nun eine continuirliche Schmelzleiste das letztgenannte Schmelzkeimrudiment mit dem P 3 verbindet, so können dennoch, mit Hinsicht auf die kaum misszuverstehenden Verhältnisse des vorigen Stadiums, die oben erwähnten Schmelzkeime nicht anders denn als Anlagen des P d 1 und P d 2 gedeutet werden; vergleiche übrigens die analogen Befunde im Oberkiefer (unten pag. 95). Das Verhalten der Schmelzleiste zum P d 3 und P 3 entspricht völlig demjenigen im Oberkiefer (unten pag. 95). Ueber dem vordern Theile des M 1 liegt, eingebettet im Bindegewebe, ein eigenthümliches, durch eine Reihe von Schnitten zu verfolgendes Organ (Fig. 139 a). Seiner Hauptmasse nach besteht es aus einem Gewebe, das unschwer die Uebereinstimmung mit der Schmelzpulpa erkennen lässt. Dieses Gewebe wird von einem Lager grosskerniger Zellen, welche als äusseres Schmelzepithel oder als intermediäres Lager gedeutet werden können, umgeben. Medialwärts von diesem Gebilde liegt die etwas eigenthümlich gestaltete Schmelzleiste. Aus dem Vorhergehenden erhellt, dass die Deutung des genannten Körpers als Schmelzkeim und zwar als rückgebildeter Schmelzkeim eines Ersatzzahns des M 1 nahe gelegt wird, da theils die Lage theils das Gewebe (Schmelzpulpa) mit einem auf dem glockenförmigen Stadium stehenden Schmelzkeim einigermassen übereinstimmt. Gegen diese Deutung lässt sich aber einwenden, dass die charakteristischen Zellen des inneren Schmelzepithels gänzlich fehlen, und ferner dass bei dem von mir untersuchten jüngern Thiere (Stadium A) keine Anlage vorhanden ist, aus dem sich dieser Keim könnte entwickelt haben; denn dass der knospenförmige Schmelzkeim über

M 1, welcher auf Stadium A vorhanden ist, sich hier schon zu einem glockenförmigen Schmelzkeim entwickelt haben sollte, halte ich schon aus dem Grunde wenn nicht für unmöglich, so doch für unwahrscheinlich, dass der auf Stadium A gleichfalls knospenförmige Schmelzkeim des P 3 hier noch immer auf demselben Stadium steht. Selbstverständlich kann jedoch das Fehlen dieser Anlage bei jüngern Thieren keineswegs als entscheidender Einwurf gegen die obige Annahme angesehen werden, da ja rudimentäre Organe naturgemäss immer die grössten Schwankungen in ihrem Vorkommen zeigen. Ich kann also die Deutung des fraglichen Körpers als rückgebildete Ersatzzahnanlage des M 1 nur als wahrscheinlich hinstellen; die Sicherstellung dieses Verhaltens wäre für die richtige Auffassung des M 1 von besonderem Interesse, worüber unten des Weiteren.

Oberkiefer.

Stadium A. An J d 2 und P d 3 sind Hartgebilde entwickelt, welche noch an J d 1, C d und P d 1, die das glockenförmige Schmelzkeimstadium erreicht haben, fehlen, während J d 3 und M 2 auf dem knospenförmigen Stadium stehen. Die Anlage des P d 2 ist nur schwach ausgebildet. Die Schmelzleiste erstreckt sich continuirlich durch die ganze Kieferlänge mit knospenförmigem Schmelzkeim für J 2 und P 3. Vor J d war die Schnittserie unvollständig.

Stadium B. Hier sind Hartgebilde bei allen normal vorkommenden Zähnen (J d 1—3 letzterer weniger ausgebildet als die vorhergehenden) C d, P d 1 und 3 — letzterer weiter als die andern entwickelt — und M 1 [1]) ausgebildet. Die Schmelzleiste ist nur theilweise erhalten, wogegen die knospenförmigen Schmelzkeime der Ersatzzähne — hier neben den entsprechenden Milchzähnen — gut erhalten sind. So ist zwischen den knospenförmigen Schmelzkeimen des J 1 und 2, welche beide von Bindegewebszügen in deutlich concentrischer Anordnung umgeben sind, die Schmelzleiste entweder stellenweise völlig verschwunden oder äusserst rudimentär. Oberflächlich von P d 1 und von diesem durch eine Knochenspange getrennt, trifft man auf mehreren Schnitten ein Gebilde an, welches, wie die Figuren 136 und 136' lehren, jedenfalls nur als eine in Resorption begriffene Zahnanlage gedeutet werden kann, welche bereits das kappenförmige Stadium erreicht hat und an welcher eine deutliche Dentinpapille angelegt ist. Die hohen, für dieses Stadium charakteristischen Cylinderzellen der Schmelzhaut sind sehr deutlich; eine Schmelzpulpa ist nicht ausgebildet. Wir erkennen in diesem Organe die rückgebildete Anlage des P d 2, der schon auf dem vorigen Stadium beobachtet wurde. Von besagter Zahnanlage setzt sich eine unregelmässige, zackige und mehrfach unterbrochene Schmelzleiste, von welcher lateralwärts eine angeschwollene Querleiste ausgeht (Fig. 132 b), nach hinten fort. Der tiefere (hier also dorsale), mediale Schenkel der Leiste schwindet, so dass der oberflächliche, welcher allmählig solider wird, direkt in den lateralen übergeht (Fig. 133); zugleich rückt die Leiste unter P d 3 (hier also dorsal von P d 3) und tritt mit dem Schmelzkeim des P 3, welcher schon Hartgebilde aber noch eine reichliche Pulpa besitzt, in Verbindung (Fig. 135). Die Bilder, welche die vorliegenden Frontalschnitte gewähren (Fig. 132—135), sind für die Auffassung des Verhaltens der Schmelzleiste zum permanenten Zahne besonders instruktiv. Wenn wir die Ausbildung des Gesammthabitus der betreffenden Exemplare von

[1]) M 2 ist nicht untersucht.

Trichosurus und Didelphys berücksichtigen, lässt sich ausserdem konstatiren, dass P 3 beim erstern sich bedeutend zeitiger als beim letztern entwickelt.

Wenn somit im Unterkiefer möglicherweise der Rest eines Nachfolgers von M 1 vorhanden ist, so fehlt im Oberkiefer jede Spur eines solchen. Von einer Anlage, welche sich zu dem von Tauber (III) bei einem 27 Cm langen Exemplare derselben Art beschriebenen und abgebildeten P d 4 entwickeln könnte, habe ich nicht das Geringste wahrnehmen können; auch bei zwei andern jugendlichen Phalangerinen (ein Trich. vulpecula und eine Phalangista sp.) habe ich vergebens nach diesen Zähnen gesucht. Befremdend erscheint mir ausserdem, dass Tauber keine Verkalkung am P 3 fand, obgleich sein Exemplar doppelt so gross als das von mir untersuchte war.

Aus den obigen Untersuchungen geht somit unter anderem hervor, dass während die gewöhnliche Formel der P d beim erwachsenen Trichosurus vulpecula [1]) P d $\frac{1.\ 3.}{3.}$ ist, sich beim jungen Thiere auch die Anlagen zu den übrigen bei den *Phalangerinen* sonst vorkommenden P d erhalten haben, nämlich P d $\frac{2.}{1.\ 2.}$, so dass beim jugendlichen Trichosurus die grösste überhaupt bei den jetzt lebenden Beutelthieren vorkommende Prämolarenzahl auftritt. Die bei dieser Art während der Stammesentwicklung eingetretene Rückbildung in der Anzahl der P d ist also noch ontogenetisch nachweisbar; es können bekanntlich die fraglichen Zähne, wenn auch rückgebildet, noch bei den Trichosurus vulpecula nahe stehenden Arten auftreten.

Phascolarctus cinereus.

Marsupium-Junges. Länge vom Scheitel zur Kloake 65 Mm. Nackt. Saugmund.

Unterkiefer. An J d 1, P d 3 und M 1 haben sich schon Hartgebilde entwickelt, doch stehen diese Zahnanlagen noch in Verbindung mit der gut erhaltenen Schmelzleiste. Ausserdem liegt oberhalb des Wurzeltheils des J d 1 in einer Aushöhlung des Kieferknochens ein grosser, etwa kappenförmiger Schmelzkeim mit einem am tiefen Ende angeschwollenen Schmelzleistentheil. Dieser Schmelzkeim ist jedenfalls als die reduzirte Anlage eines J d 2 [respective J d 3] [2]) zu deuten; er verhält sich wesentlich wie C d des Oberkiefers (vergleiche hierüber im Folgenden). Die mit zahlreichen Sprossen versehene Schmelzleiste steht sowohl mit P d 3 [3]) als auch mit P 3, welcher letztere auf dem glockenförmigen Stadium steht, in Verbindung. Sehr bemerkenswerth ist die Anschwellung am tiefen Ende der Schmelzleiste neben P 3 (Fig. 140 P d'''), also medialwärts von einem Ersatzzahne, wodurch auch hier wenigstens die Möglichkeit der Ausbildung einer dritten Dentition gegeben ist. Ueber M 1 erhält sich die Schmelzleiste vollständig, theilweise im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel und hat neben dem Verbindungsstrange mit M 1 eine deutliche Anschwellung.

Oberkiefer. Bei J d 1, 2, P d 3 und M 1 sind Hartgebilde vorhanden; die anderen Zähne der ersten Dentition sind etwas weniger entwickelt; sämmtliche stehen auch in Verbindung mit der Schmelzleiste. Mit Ausnahme einer Strecke hinter J d 3, wo das Knochengewebe beinahe zum Mundhöhlenepithel reicht, ist die Schmelzleiste vollständig erhalten; dieselbe ist überall mit

[1]) Vergleiche Thomas (VI).

[2]) Vielleicht ist der persistirende untere Schneidezahn bei Phascolarctus mit J d 2 der polyprotodonten Beutelthiere zu homologisiren, in welchem Falle die fragliche Zahnanlage als J d 3 zu bezeichnen wäre.

[3]) Der einzige Milchbackenzahn bei Phascolarctus ist homolog mit P d 3 bei Didelphys.

lateralwärts, im hintern Theile stellenweise auch medialwärts von ihr ausgehenden Leisten, welche sich also auf den Frontalschnitten als „Knospen“ präsentiren, versehen. Bei J d 1 (Fig. 141) hängt die Schmelzleiste vermittelst einer vielfach durchbrochenen Verbindungsbrücke sowohl mit diesem Zahn als auch mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Dass die stärkste der medialwärts abgehenden traubenförmigen Anschwellungen als ein Schmelzorgan des J 1 anzusehen ist, kann um so weniger beanstandet werden, als völlig übereinstimmende Bilder auch bei Schneidezähnen des menschlichen Fötus, wo die künftige Entwicklung die Identität des Schmelzkeimes über jeden Zweifel erhebt, erhalten werden. Auch neben J d 2 und 3 sind knospenförmige Anlagen von Ersatzzähnen vorhanden. Der Schmelzkeim von C d ist klein mit Schmelzpulpa; die mit ihm verbundene Schmelzleiste ist mit deutlicher Anlage eines Schmelzkeimes (C) versehen. Durch Verlängerung tritt die Anfangs oberflächlicher gelegene Schmelzleiste mit dem Schmelzkeime des P 3, welcher auf dem glockenförmigen Stadium steht, in Verbindung. Der Zusammenhang der Schmelzleiste mit P 3 und P d 3 (Fig. 142, auf demselben Frontalschnitte sichtbar), ist besonders desshalb bemerkenswerth, weil sonst (Erinaceus, Katze etc.) bei so weit gediehener Ausbildung des Ersatzzahnes die Verbindung der Schmelzleiste mit dem Milchzahn in derselben Frontalebene nicht angetroffen wurde. Ueber und medialwärts vom M 1 ist ein deutlicher knospenförmiger Schmelzkeim entwickelt. Neben M 2, an dem noch kein Hartgebilde entstanden ist, endet die Schmelzleiste frei, aber nicht deutlich angeschwollen.

Macropus ualabatus.

Untersucht auf Frontalschnitten wurde ein Marsupium-Junges. Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 116 Mm. Völlig nackt. Saugmund.

Unterkiefer. Die funktionirenden Zähne hier sowohl als im Oberkiefer sind schon ziemlich stark verkalkt. Vor der Spitze des J d 1 liegt, im Mundhöhlenepithel eingebettet, ein völlig entwickelter aber winziger Zahn, an dessen Basalstück bereits deutliche Spuren von Resorption wahrzunehmen sind (Fig. 143). Lingualwärts von der Spitze des J d 1 ist die Schmelzleiste mit einem knospenförmigen Schmelzkeim, also der Anlage eines J 1, versehen (Fig. 144). Oberflächlich vom letztern bemerken wir ein vom Mundhöhlenepithel sekundär abgelöstes Stück, also eine „Epithelialperle“ (e). Auf manchen Schnitten existirt noch ein schwacher Zusammenhang zwischen J d 1 und J 1. P 3 liegt unter dem hintersten Theile von P d 2 und dem vordersten von P d 3 [1]). Es verdient bemerkt zu werden, dass hier ebenso wie bei den jüngern, von Flower (III Taf. 29, Fig. 1, 2) abgebildeten Macropus-Individuen noch der ganze P d 2 und ein Theil von P d 3 über dem J d 1 liegt, was auf spätern Stadien und beim erwachsenen Thiere nicht der Fall und auf einen besonders starken Zuwachs des Kiefers gerade in dessen zahnlosem Theile hinweist.

Oberkiefer. Labialwärts vom vordersten Theile des J d 1 liegt, von Resten des Schmelzepithels und der Schmelzleiste umgeben, eine dünne Dentinscherbe, nur auf einem Schnitte sichtbar (Fig. 145 a). Etwas hinter der Spitze des J d 1 fängt lingualwärts von demselben die Schmelzleiste, in mehrere Stränge aufgelöst, an. Stellenweise schwellen ein oder zwei der tiefern

[1]) Durch diese Bezeichnung der Backenzähne soll nur die Homologie mit denjenigen der anderen Beutelthiere ausgedrückt werden.

Stränge an, ohne dass man meiner Meinung nach berechtigt ist hier von eigentlichen Schmelzkeimen zu sprechen, eine Auffassung, die durch die Betrachtung eines einzelnen Schnittes hervorgerufen werden könnte. Weiter nach hinten ist die Schmelzleiste vollständig (d. h. nicht in Stränge aufgelöst), und an ihrem tiefen Ende kommt es lingualwärts vom J d 1 zur Bildung eines knospenförmigen Schmelzkeimes: J 1 (Fig. 146). Hinter diesem fehlt die Schmelzleiste bis zum J d 2, neben welchem sie vollständig erhalten ist, während sie neben J d 3 nur stellenweise vorhanden ist. Lingualwärts von J d 3 ist die Schmelzleiste mit einem deutlichen, wenn auch etwas unregelmässigen (zurückgebildeten?) Schmelzkeim (J 3) versehen, welcher auf der Grenze zwischen knospen- und kappenförmigem Stadium steht (Fig. 147). Lingualwärts von dem hintern Ende des kleinen, aber stark verkalkten C ist am tiefen Theile der Schmelzleiste ein gut entwickelter, knospenförmiger Schmelzkeim vorhanden. Dorsalwärts vom hintersten Ende des P d 2 liegt P 3, auf dem Uebergange vom kappen- zum glockenförmigen Stadium stehend. Die Schmelzleiste ist hier in einen oberflächlichen und einen tiefern Theil gespalten; letzterer steht in Verbindung mit P 3 (Fig. 148).

Die Untersuchung dieses Macropus-Stadiums wurde vornehmlich unternommen, um durch Autopsie mein Urtheil über die wichtigen Mittheilungen Woodward's (II) zu sichern. Wie bereits erwähnt, hat W. eine grössere Anzahl Macropodidae und von einigen derselben mehrere Entwicklungsstadien auf Schnitten untersucht. Mich interessirte in erster Linie die von W. entdeckte Thatsache, dass bei den jüngern Stadien im Zwischenkiefer bis zu drei, im Unterkiefer zwei rudimentäre, aber vollkommen verkalkte Schneidezähne vorkommen, welche resorbirt werden, bevor die persistirenden (funktionirenden) Schneidezähne verkalkt sind. W. betrachtet nun diese rudimentären Zähne als zu derselben Dentition wie die persistirenden gehörig, nämlich zur ersten („Milchgebiss"), und nimmt somit an, dass diese Thiere ursprünglich sechs obere Schneidezähne jederseits besessen haben, von denen die noch persistirenden dem J d 1. 4. 6., die rudimentären dem J d 2. 3. 5. entsprechen sollen, während die untern rudimentären den J d 1. und 3. repräsentiren. Seine genauen Beschreibungen und Abbildungen, verglichen mit meinen eigenen Untersuchungen, erlauben eine recht präcise Beurtheilung des vorliegenden Thatsachenmaterials.

Woodward ist selbst mit dem von ihm erlangten Resultate wenig zufrieden: bezeichnet er doch seine Entdeckung von sechs Paar oberen Schneidezähnen als „although an absolute fact, is in many respects an unfortunate one, as we know of no adult Mammal with so many". Mir erscheinen nun die von W. dargelegten Thatsachen ebenso wenig wie irgend ein anderes „absolute fact" theoretisch „unfortunate"; nur der Deutung, welche W. diesen Thatsachen giebt, dürfte man diese Bezeichnung beilegen können. Es ist nämlich zunächst zu bemerken, dass die fraglichen rudimentären Zähne bereits ihre volle Ausbildung erreicht haben, während die persistirenden noch nicht verkalkt sind. Ein anderer, noch bedeutungsvollerer Umstand ist das Verhalten zur Schmelzleiste: wie aus W.'s Beschreibung (pag. 453, 454) und Abbildungen (Fig. 2—6, 9) unzweideutig hervorgeht, liegen die rudimentären Zähne, respective das mit ihnen verbundene Schmelzleistenstück labialwärts von den persistirenden Zähnen. Diese Thatsache, deren Bedeutung W. nicht gewürdigt hat, ebenso wie der erwähnte, grosse Unterschied im Ausbildungsgrade bekunden, dass die rudimentären Zähne nicht derselben, sondern einer früheren Dentition als die persistirenden, angehören. Für die Auffassung, dass alle Schneidezähne derselben Dentition angehören, führt W.

den Umstand an, dass „all arise from the dental lamina at the same level“. Diesem Ausspruch, welchen übrigens die Abbildungen W.'s zum Theil nicht bestätigen, kann den oben hervorgehobenen Thatsachen gegenüber desshalb keine Beweiskraft zugemessen werden, weil einerseits der Entwicklungsgrad der rudimentären und der persistirenden Zähne doch ein gar zu verschiedener ist, um der Höhenlage im Verhältniss zur Schmelzleiste irgend eine Bedeutung zuzusprechen, und weil andererseits aus der Vergleichung zahlreicher Frontalschnitte, welche das Verhalten zwischen erster (Milch-) und zweiter (Ersatz-)Dentition bei mehreren anderen Säugethieren demonstriren, hervorgeht, dass höhere oder tiefere Lage der betreffenden Dentitionen in vorliegender Frage keineswegs ausschlaggebend sein kann. Ich betone besonders, dass, wie aus obigem (pag. 97—98) erhellt, die von W. beschriebenen Befunde vollkommen mit den meinigen bei Macropus-Jungen übereinstimmen, nur dass bei diesem, ebenso wie bei den ältern von W. beobachteten Individuen, blos je ein rudimentärer Schneidezahn oben und unten erhalten war [1]).

Aus der obigen Darlegung ergiebt sich aber ferner die bedeutungsvolle Thatsache, dass die erwähnten Befunde bei den *Macropodidae* sich völlig mit den von mir bei *Myrmecobius* gemachten decken. Bei beiden Formen treten während der Ontogenese im vorderen Kiefertheile eine Anzahl frühreifer, rudimentärer Zähne auf, welche, wie ich gezeigt habe, einer älteren Dentition angehören als die persistirenden, dem „Milchgebiss“ homologen Zähne. Ich darf übrigens wohl auch annehmen, dass, wenn W. die fraglichen Verhältnisse bei *Myrmecobius* gekannt hätte [2]), er seine Entdeckung anders aufgefasst hätte, da ja die Anwendung seiner Deutung auf *Myrmecobius* vollkommen unmöglich ist — es würden nach W.s Deutung, um nur einen Umstand zu erwähnen, bei *Myrmecobius* jederseits zwei untere Milchreckzähne (vergleiche oben pag. 90) vorhanden sein!

Woodward betont ausdrücklich (pag. 466), dass er bezüglich des kleinen obern Eckzahnes nicht im Stande gewesen ist zu entscheiden, welcher Dentition dieser Zahn bei Macropodidae angehöre. Wie aus obigem hervorgeht (pag. 98), war bei meinem Macropus-Exemplare sein Verhalten zur Schmelzleiste, Entwicklungsgrad u. s. w. derart, dass er hier in derselben Weise wie bei allen anderen untersuchten Beutelthieren seine Zugehörigkeit zur ersten Dentition bekundet. In Bezug auf die Molaren giebt W. an, dass er weder bei *Macropodidae* noch *Didelphys* ein freies Schmelzleistenende lingualwärts von ihnen angetroffen hat, woraus er den Schlusssatz zieht, dass dieselben nicht der ersten Dentition angehören können. Abgesehen davon, dass, wie ich bereits wiederholt nachzuweisen Gelegenheit gehabt habe, das Fehlen oder Vorhandensein eines freien Schmelzleistenendes durchaus nicht für diese Frage entscheidend ist, muss ich doch gegen W. bemerken, dass Kükenthal, Röse und ich bei *Didelphys*, sowie ich bei den den *Macropodidae* näher stehenden *Trichosurus* und *Phascolarctus* (siehe oben pag. 94—97) das Verhalten der vorderen Molaren zur Schmelzleiste ganz so wie das der Prämolaren gefunden habe, und ist es

[1]) Einen Punkt, den ich zur Zeit und so lange ich nicht durch eigene Untersuchung den Thatenbestand kenne, nicht zu deuten wage, ist Woodward's Angabe, dass lingualwärts vom vordern rudimentären Schneidezahn im Unterkiefer eine deutliche Ersatzzahnanlage (Fig. 9, 10) vorhanden ist. Wie auch immer dieser letztere Schmelzkeim aufgefasst werden mag, so kann damit selbstverständlich nicht die Zugehörigkeit des fraglichen rudimentären Zahnes zum „Milchgebiss“ bewiesen werden, wie W. annimmt.

[2]) W.'s Abhandlung wurde der Zoological Society mitgetheilt (d. 2. Mai 1893), während meine Arbeit (IV) noch im Drucke war.

kaum anzunehmen, dass die *Macropodidae* allein in diesem Punkte eine Ausnahmestellung einnehmen sollten [1]).

Im Zusammenhange mit den hier behandelten Thatsachen gewinnt auch eine neuerdings von Röse (VIII) am *Wombat* (Phascolomys) gemachte Beobachtung zugleich ihre Bedeutung und Erklärung. An einem „Embryo" von 1 Cm. 9 Mm. Körperlänge, der auf Schnitten untersucht wurde, unterscheidet R. zwei distincte Dentitionen, eine verkalkte Milchzahnserie und eine bleibende Serie, deren Anlagen noch sämmtlich im kappen- oder glockenförmigen Stadium sich befinden. „Im Unterkiefer befinden sich je drei rudimentäre Milchschneidezähne, im Oberkiefer je zwei. Es sind ganz kleine schmelzlose Dentinstiftchen von unregelmässiger Gestalt." „Es ist sehr wahrscheinlich, dass die kleinen Milchschneidezähne bereits während des foetalen [2]) Lebens wieder resorbirt werden." „Im Gegensatze zu den Milchincisiven sind die Milcheckzähne die grössten Zahnanlagen in beiden Kiefern"; sie tragen schon verhältnissmässig grosse Dentinscherbchen. Ausserdem weist R. das Vorkommen eines einspitzigen, theilweise verkalkten „Milchmolaren" nach, an dessen lingualer Seite eine stark entwickelte, am Ende kolbig verdickte Schmelzleiste sich findet; R. vermuthet, dass aus derselben späterhin der bleibende Prämolar sich bildet. Schliesslich fand R. hinter dem Milcheckzahn eine „molarähnliche, zweispitzige Zahnanlage" „Pm?", in welcher er einen Milchmolaren vermuthet, der ohne Ersatz frühzeitig verloren geht. Bezüglich der Deutung dieser Befunde betont R., dass die Frage, welche der beiden Zahnserien vom *Wombat* dem Milchgebiss der übrigen Beutelthiere entspricht, sich an dem vorliegenden einzelnen Stadium nicht mit Sicherheit beantworten lässt. Die wahrscheinlichste Annahme ist jedoch nach R., dass die rudimentären „Milchschneidezähne" sowie der einspitzige „Milchbackenzahn", der „Milcheckzahn" und der „Milchprämolar Pm?" der Milchzahnserie der übrigen Beutelthiere entsprechen; die Molaren des Wombat sind als Milchzähne denen der anderen Beutelthiere homolog. „Ein durchgreifender Unterschied herrscht dagegen im vorderen Kieferabschnitte. Während die Schneidezähne der polyprotodonten Beutler zur ersten oder Milchzahnserie gehören, rechnen diejenigen vom Wombat zur zweiten oder bleibenden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieses letztere Verhältniss auch bei einigen anderen diprotodonten Marsupialien sich vorfindet."

Vergleichen wir die von mir bei *Myrmecobius* und die von Woodward und mir bei *Macropodidae* dargelegten Befunde mit den von Röse beim *Wombat* entdeckten Thatsachen, so lässt sich unschwer erkennen, dass bei allen diesen Beutelthieren dieselbe Erscheinung vorliegt: im vordern Kiefertheile kommen in früheren Entwicklungsstadien rudimentäre, frühreife Zähne vor, welche nie zur Funktion gelangen, sondern zeitig resorbirt werden. In der Deutung derselben aber weichen, wie aus dem obigen ersichtlich, wir alle drei von einander ab. Röse, welcher mit mir

[1]) Bei dieser Gelegenheit möchte ich mich auch gegen folgenden Ausspruch Woodward's verwahren (pag. 453): J 2 „shows a distinct but small downgrowth on its inner side obviously representing the ventral continuation of the dental lamina and the undeveloped permanent tooth of Kukenthal, Rose and Leche, and according to the interpretations of these observers this small calcified tooth must be a vestigial milk-tooth." Ich habe mich wiederholt gegen eine solche Deutung ausgesprochen, so schon in meiner ersten vorläufigen Mittheilung (III pag. 529): „Das freie Schmelzleistenende als solches . . . ist, wie noch oft genug geschieht, nicht als identisch mit einem Schmelzkeime, resp. einer Zahnanlage aufzufassen." „An und für sich ist das Auftreten des besagten Schmelzleistenendes also nichts anderes als der Anfang der Emancipation des Schmelzkeims von der Schmelzleiste." Wie ebenfalls aus meiner eben citirten Arbeit hervorgeht, habe ich ein solches freies Schmelzleistenende auch bei „Ersatzzähnen" in gewissen Entwicklungsstadien gefunden. Ueber die Bedeutung desselben speciell bei Beutelthieren verweise ich auf meinen Aufsatz IV pag. 139.

[2]) Nach der von Röse angegebenen Grösse seines Exemplares ebenso wie nach dem Ausbildungsgrade der Zähne zu schliessen ist Röse's Exemplar kein „Embryo" sondern ein Beutel-Junges und hat somit das „foetale Leben" schon hinter sich.

— entgegen Woodward — darin einig ist, dass besagte Zähne einer ältern Zahngeneration als die persistirenden angehören, kommt — allerdings mit aller Reserve — zu dem Schlusssatze, dass, da er die rudimentären Zähne als Milchzähne bezeichnet, die persistirenden Schneidezähne nicht denjenigen der polyprotodonten Beutler, sondern denjenigen der zweiten Dentition der Placentalier homolog sein müssen.

Gegen diese Auffassung spricht nun folgende Erwägung. Vergleichende Untersuchungen der Gesammtorganisation beweisen auf das unzweideutigste, dass *Phascolomys* eine Thierform ist, welche sich aus niederen zahnreicheren Beutelthieren — ich lasse dahin gestellt, ob von den niedersten *Didelphyidae*, wie Winge (III) will — durch einseitige Differenzirung entwickelt hat. In Uebereinstimmung hiermit ist auch das Gebiss des *Phascolomys* zu beurtheilen. Wir kennen mehrere Etappen in der Gebissdifferenzirung der Beutelthiere, die wenigstens den Weg andeuten, auf dem das eigenthümliche Phascolomys-Gebiss entstanden sein kann, und von einigen derselben, welche in Bezug auf den Differenzirungsgrad des Gebisses eine vermittelnde Stellung zwischen *Phascolomys* und den polyprotodonten Beutelthieren einnehmen, nämlich von einem *Phalangistiden* (Trichosurus) und von *Phascolarctus*, welcher unter allen lebenden Beutelthieren dem Wombat am nächsten steht, habe ich nachweisen können, dass ihr Gebiss ganz ebenso zu beurtheilen ist wie dasjenige z. B. von *Didelphys*. Dieser Auffassung hat übrigens Röse selbst durch die von ihm dargelegten Thatsachen eine erneute, werthvolle Bekräftigung verliehen: der von ihm geführte Nachweis von Anlagen je dreier „Milchschneidezähne" im Zwischenkiefer, je zweier im Unterkiefer, eines Ersatzzahns oben und unten, eines Prämolaren (= Pd 2 bei Didelphys), sowie eines Vorgängers des persistirenden Prämolaren (P 3), von welchen Zahnanlagen nur je ein Schneidezahn oben und unten zur Funktion gelangt und persistirt, ist ein kaum zu widerlegender Beleg dafür, dass das eigenartig differenzirte Gebiss des heutigen *Phascolomys* aus einer Form abzuleiten ist, welche zu den polyprotodonten Beutelthieren gezählt werden muss.

Gehen wir von der Ansicht aus, dass die funktionirenden Zähne der übrigen Beutelthiere (den P 3 natürlich immer ausgenommen) dem Milchgebiss der Placentalier entsprechen — und an dieser Ansicht hält ja Röse auch in seiner neuesten Arbeit (VIII pag. 750) fest —, so ist also nicht die geringste Veranlassung vorhanden, die funktionirenden Schneidezähne bei *Phascolomys* anders zu beurtheilen, und zwar jetzt um so weniger als R. selbst, wie erwähnt, nachgewiesen hat, dass ausser diesen persistirenden Schneidezähnen beim jugendlichen Thiere noch Anlagen anderer vorhanden sind, welche derselben Dentition angehören und somit dem *Phascolomys*-Gebiss die Sonderstellung, welche es beim erwachsenen Thiere einnimmt, rauben. In Uebereinstimmung hiermit müssen denn auch die rudimentären Zähne, welche einer früheren Dentition als die funktionirenden angehören, bei *Phascolomys* ebensowohl als bei *Myrmecobius* und *Macropodidae* als zu einer dem Milchgebiss vorangehenden Dentition aufgefasst werden.

Ergebnisse und Folgerungen.

Kükenthal (I) und Rose (VI) haben für *Didelphys*, ich (III, IV) für diese Form sowie für *Myrmecobius*, *Perameles*, *Trichosurus*, *Phascolarctus* und nun auch für *Macropus* durch Untersuchung von Schnittserien jugendlicher Stadien nachzuweisen versucht, dass das persistirende Gebiss dieser Thiere mit alleiniger Ausnahme des P 3 der ersten Dentition der Placentalier

entspricht. Der Schwerpunkt dieser Beweisführung muss offenbar in den Beziehungen des Pd 3 und P 3 zu den übrigen persistirenden Zähnen gesucht werden: können Gründe dafür erbracht werden, dass diese letztern derselben Dentition wie Pd 3 angehören, ist die Frage als erledigt zu betrachten. Denn da Argumente gegen die „Milchzahn"-Natur des Pd 3 nicht angeführt worden sind und kaum angeführt werden können, würden dann ja auch die gleichalterigen Zähne derselben Dentition, also der ersten, entsprechen, und der unbezweifelte Ersatzzahn des Pd 3 nämlich P 3 würde dann allein die zweite Dentition repräsentiren.

Wie ich schon früher (IV pag. 138) ausgeführt habe, sind wir zu der Annahme berechtigt, dass die Anlagen der zu derselben Dentition (Zahngeneration) gehörigen Zähne sich gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig an der Schmelzleiste differenziren. Von den Kriterien für Gleichaltrigkeit, die aus der Embryologie geholt werden können, ist dies jedenfalls — wenn auch nicht absolut massgebend — noch am wenigsten Störungen und am letzten Anpassungen ausgesetzt. Nun ergiebt sich sowohl aus dem von Rose (VI, Fig. 4) abgebildeten Modelle eines 15½ Mm. langen *Didelphys*-Jungen als auch aus der Untersuchung meines Stadiums B (17 Mm. lang), dass alle Zahnanlagen dieselben Beziehungen zur Schmelzleiste zeigen, dass aber die Entwicklungsstufe der verschiedenen Anlagen — und dies geht auch aus Kükenthal's Mittheilungen (I pag. 662) hervor — schon auf diesen zeitigen Stadien der künftigen Grösse und Ausbildung des betreffenden Zahnes entspricht. So ist der grösste von ihnen, nämlich Pd 3 — ich sehe natürlich von den Molaren ab — auch zugleich der am weitesten entwickelte, dann kommt der nächstgrösste (C d), welcher weiter entwickelt ist als die schwächeren Pd 1, Pd 2 und die Schneidezähne. Man hat daher ebensowenig Recht, den Pd 3 seiner höheren Entwicklungsstufe halber einer älteren Dentition zuzuzählen, wie wenn man aus demselben Grunde in Frage stellen wollte, dass der Eckzahn zu derselben Dentition gehört wie die übrigen Zähne (Pd 1, 2 und Schneidezähne). Bei dem etwas älteren Stadium C von *Didelphys* (siehe oben pag. 88) finden wir sogar, dass Pd 3 weniger weit entwickelt ist als z. B. Pd 2. Es bildet also dieser Umstand eine Stütze für die Zurechnung des Pd 3 zu derselben Dentition wie die persistirenden Ante-Molaren. Anderseits dürfen wir uns nicht verhehlen, dass dieses Kriterium nicht unfehlbar ist: ganz dasselbe Argument spricht für die Auffassung, dass bei *Erinaceus* die Ante-Molaren, welche nicht gewechselt werden, dem Milchgebiss zuzurechnen sind — eine Auffassung, die allerdings von rein ontogenetischem Standpunkte vollkommen berechtigt ist, sich aber nichts destoweniger durch die aus der vergleichenden Anatomie geholten Erwägungen als nicht haltbar herausstellt (vergleiche oben pag. 38 u. f.). Wir müssen uns somit nach weiteren Kriterien umsehen.

Wie ich schon wiederholt [1]) nachgewiesen, ist das Vorkommen oder Fehlen eines freien Schmelzleistenendes, resp. einer „Knospe", medialwärts von einer Zahnanlage durchaus nicht ausschlaggebend für die Natur der letztgenannten als „Milchzahn"-Anlage. Wie vorsichtig man bei der Verwerthung dieses Kennzeichens sein muss, beweisen die Befunde bei *Desmodus* (siehe oben), wo in der That die Prämolaren in ihrem Verhalten zur Schmelzleiste (Fig. 94, 95) ganz die „Milchzähne" nachahmen. Bei den Beutelthieren ist aber das Verhalten dieser „Knospen" ein so eigenartiges und constantes, dass die genauere Prüfung dieselbe Auffassung des Beutelthier-

[1]) Auch in meinen zeitigeren Publikationen (III pag. 529; IV pag. 137, 139).

gebisses, welche uns schon durch die eben gedachten Entwicklungserscheinungen nahe gelegt wurde, im hohen Grade stützt, ergänzt und vertieft. So fanden wir beim 25 Mm. langen Jungen von *Didelphys*, dass lingualwärts von sämmtlichen Zähnen vor M 2 regelrecht ausgebildete knospenförmige Schmelzkeime, einer jüngern Dentition angehörig, vorhanden sind; auf diesem Stadium unterscheidet sich der Schmelzkeim, welcher sich später zum P 3 ausbildet, nur durch etwas bedeutendere Grösse von den übrigen. Es müssen also diese Schmelzkeime, welche derselben Dentitionsreihe wie P 3 angehören, ebenfalls zur zweiten Dentition gezählt werden, und die persistirenden Zähne, lingualwärts von denen sich diese der zweiten Dentition angehörigen Schmelzkeime angelegt haben, müssen demgemäss offenbar der nächst älteren, also der ersten Dentition der Placentalier homolog sein. Ferner ist zu beachten, dass erst beim 46 Mm. langen Thiere die Resorption der Schmelzleiste (im Unterkiefer) eintritt — natürlich mit Ausnahme des Stückes neben Pd 3. Selbst noch beim 85 Mm. langen Thiere sind einzelne der „Ersatzschmelzkeime" vorhanden. Es ist eine solche Permanenz der Schmelzkeime der zweiten Dentition um so bemerkenswerther, als die betreffenden Zähne der ersten Dentition dem Durchbruche nahe sind, und desshalb für die Beherbergung der Schmelzkeime nur ein schmales Bindegewebelager zwischen dem Zahne und dem Mundhöhlenepithel vorhanden ist. Alle diese Schmelzkeime werden resorbirt, bevor sie das kappenförmige Stadium erreicht haben; nur bei *Macropus* fand ich einen Schmelzkeim (für den oberen J 3), welcher fast das kappenförmige Stadium erreicht hatte (Fig. 147). So weit die Art des Materials ein Urtheil erlaubt, verhalten sich die übrigen untersuchten Beutelthiere ebenso wie Didelphys. Bezüglich der Befunde speciell bei *Macropodidae* und *Phascolomys* verweise ich auf die obigen Ausführungen pag. 98—101. Charakteristisch für die Beutelthiere sind also sowohl das constante Vorkommen und die scharfe Ausprägung dieser Schmelzkeime und ihre Uebereinstimmung mit dem Schmelzkeim des P 3, als auch ihre lange Permanenz, welche Eigenschaften diese Gebilde nicht unwesentlich von den lediglich durch die Emancipation der Zahnanlagen von der Schmelzleiste entstandenen „Knospen" unterscheiden, ein Punkt, den ich hier ganz besonders betonen möchte. An einigen dieser Schmelzkeime sind deutliche Zahnsäckchen vorhanden.

Bezüglich der von Röse (VI) behaupteten Zugehörigkeit des hintersten oberen Schneidezahns mehrerer Beutelthiere zur zweiten Dentition, sowie des von Woodward (II) neuerdings versuchten Nachweises, dass bei *Macropodidae* der Ersatzzahn zu derselben Zahnserie wie Pd 2 und Pd 3 gehört, muss ich bemerken, dass an den von mir untersuchten Objecten nicht das mindeste vorhanden ist, was eine solche Annahme rechtfertigen könnte. Woodward's Auffassung ist offenbar durch eine unrichtige Vorstellung von dem Verhalten zwischen den Zähnen erster und zweiter Dentition veranlasst: „This so-called successional tooth . . . arises independently of the 3rd and 4th premolars from the dental ridge connecting these two teeth. Its position there certainly suggested that it presented a tooth intermediate between the 3rd and 4th premolars, and belonged to the same series as themselves, owing its subsequent position internal to and deeper in the gum than these teeth to the more rapid growth and earlier development of the latter." Ganz abgesehen davon, dass wie nunmehr wohl allgemein zugegeben wird, die Ersatzzähne sich stets unabhängig von den Zähnen der ersten Dentition anlegen, entwickelt sich, wie man auf jüngern Stadien, wo die Zahnanlagen noch nicht dicht aneinander stehen, erkennt, der knospenförmige Schmelzkeim des „Ersatzzahnes" stets vor dem entsprechenden der

ersten Dentition (siehe oben bei Didelphys) — also ganz wie es Woodward für Petrogale angiebt [1])!

Alle bis heute bekannten ontogenetischen Thatsachen scheinen mir somit ganz entschieden die Annahme nahezulegen, dass bei den Beutelthieren alle Ante-Molaren, P 3 ausgenommen, dem „Milchgebiss" der Placentalier entsprechen — eine Auffassung, die auch mit anderen morphologischen Thatsachen (siehe unten) im Einklange steht.

Zwei principiell wichtige Fragen drängen sich uns hier auf, nämlich:

1) Wesshalb entwickelt sich von den Anlagen der zweiten Dentition nur P 3?
2) Sind die auf einer gewissen Entwicklungsstufe bei den Beutelthieren vorhandenen knospenförmigen Schmelzkeime Reste einer geschwundenen, einstmal vollständiger ausgebildeten zweiten Dentition, von welcher heute nur noch P 3 zur vollen Entwicklung gelangt; oder haben die Beutelthiere nie eine vollständige zweite Dentition besessen, und sind desshalb diese Schmelzkeime Anfänge zu einer solchen, welche bei günstiger Gelegenheit, resp. bei Bedarf fähig sein könnten, sich zur vollen Reife zu entwickeln?

Was die erste Frage betrifft, so dürfte die Lösung derselben nahe liegen. Da das Auftreten nur eines funktionirenden Ersatzzahnes für alle Beutelthiere ganz unabhängig von der Differenzirungsstufe, welche das Gebiss erreicht hat, charakteristisch ist, muss dieser Umstand selbstverständlich auch von etwas für alle Beutelthiere Gemeinsamen bedingt sein. Ferner liegt es auf der Hand, dass diese gemeinsame Organisationseigenthümlichkeit eine solche sein muss, welche schon in zeitiger Lebensperiode ihren Einfluss ausüben kann. So weit unsere heutige Kenntniss reicht, kann dieses Gemeinsame nur in dem Vorkommen des Saugmundes, welcher, wie ich früher (V) nachgewiesen habe, erst im Anfang der extra-uterinen Entwicklung entsteht, liegen. Es scheint mir somit die Annahme berechtigt, dass das Zustandekommen des Saugmundes, dieses für die Brutpflege der Beutler so wichtigen Organes, die Ausbildung des vorderen Theiles der zweiten Dentition gehemmt hat [2]).

Hiermit sind wir bei der zweiten Frage: ob die knospenförmigen Schmelzkeime als Reste oder Anfänge einer zweiten Dentition aufzufassen sind, angelangt. Wenn ich auch keineswegs die Schwierigkeit verkenne, welche die Annahme der zweiten Alternative mit Rücksicht auf das

[1]) Wenn Röse in seiner Berichtigung (VII) den P d 3 bei *Didelphys* als „Milch-Molar" und nicht als „Milch-Prämolar" bezeichnet wissen will, da dieser Zahn „in seinem ganzen Habitus einem Molaren entspricht und durch Verschmelzung von 5 Zahnscherbchen entsteht", so ist hingegen zu bemerken, dass *Didelphys* in dieser Hinsicht durchaus nicht von der Mehrzahl der übrigen Säugethiere verschieden ist, bei denen aus leicht einzusehenden physiologischen Gründen (vergleiche meine frühere Schrift III pag. 531) der hinterste Milchbackenzahn „in seinem ganzen Habitus einem Molaren entspricht."

Ferner spricht Röse in der Berichtigung wie auch in seiner früheren Arbeit (VI) davon, dass P d 3 bei *Didelphys* u. a. resorbirt wird. Dass diese Angabe nicht dem thatsächlichen Verhalten entspricht, dass vielmehr der fragliche P d 3 recht lange zusammen mit den persistirenden Zähnen funktionirt, ist schon seit geraumer Zeit bekannt, und kann man sich hiervon in fast jeder osteologischen Sammlung überzeugen.

[2]) Kükenthal (V) spricht die Ansicht aus, dass „bei den Beutelthieren die zweite Dentition desshalb nicht erscheint, weil die Zähne der ersten sich hoch specialwärts haben." Diese Erklärung kann schon aus dem Grunde das Rechte nicht getroffen haben, weil dann ja auch bei den Placentaliern mit ebenso hoch specialisirtem Gebisse die zweite Dentition nicht erscheinen sollte, was bekanntlich nicht der Fall ist. Ueber das Unterdrücken einer Dentition, mit andern Worten: über das Zustandekommen des Monophyodontismus siehe meine Bemerkungen in III pag. 532.

Zustandekommen solcher, in ihren ersten Entwicklungsstadien anscheinend nutzloser Bildungen bereitet, sprechen dennoch folgende Umstände zu Gunsten dieser Alternative. Zunächst ist zu betonen, dass bei den Beutelthieren die Schmelzkeime der zweiten Dentition sich meist länger als die Schmelzleiste erhalten, also ganz wie bei einer Anlage, aus der ein Zahn sich wirklich entwickelt; hätte die Zahnanlage jede Bedeutung eingebüsst, so ist schwer einzusehen, wesshalb sie als knospenförmiger Schmelzkeim sich länger als ihr Mutterboden, die Schmelzleiste, erhalten sollte. Ebenso bedeutungsvoll ist der Umstand, dass der Schmelzkeim sich so auffallend lange erhält, wie z. B. bei *Didelphys* neben dem fast völlig ausgebildeten Jd 1, an welchem von embryonalen Gebilden nur noch das innere Schmelzepithel, auch dieses schon sehr stark reduzirt, übrig ist.

Ferner: falls wirklich jemals eine vollständige zweite Dentition ausgebildet gewesen wäre, ist es kaum zu erklären, wesshalb z. B. bei *Didelphys*, wo durchaus keine Ursache zu einer Reduction oder retrograden Entwicklung des Zahnsystems als Ganzen vorliegt und actisch auch keine Reduction eintritt, die zweite und nicht vielmehr die erste, im allgemeinen schwächere Dentition unterdrückt wurde — etwas, das ja auch nach dem Princip der Abkürzung der Entwicklung zu erwarten gewesen wäre.

Schliesslich spricht zu Gunsten meiner Annahme der oben gelieferte Nachweiss, dass bei Erinaceus (pag. 43) und Phoca (pag. 69) factisch aus den knospenförmigen Anschwellungen lingualwärts von den Zähnen der zweiten Dentition ausgebildete Zähne, einer dritten Dentition angehörig, hervorgehen können. Es wäre also eine dieser Thatsache vollkommen analoge Erscheinung, wenn jene Anlagen bei Marsupialia unter günstigen Bedingungen zur Reife gelangten.

Mit diesen Thatsachen ist die folgende in Zusammenhang zu bringen. Bei dem Jura-Säuger *Triconodon serrula* und wahrscheinlich auch bei andern Polyprotodonten der Purbeck-Schichten[1]) hat nur der letzte Prämolar einen entwickelten Nachfolger. Also ging schon bei dem einzigen jurassischen Säugethiere, bei dem bisher ein Zahnwechsel beobachtet ist, dieser in ganz derselben Weise wie bei den heutigen Beutelthieren vor sich, und dürfen wir wohl annehmen, dass die Ursache dieser Erscheinung die nämliche war. Wollte man nun voraussetzen, dass die Vorfahren dieser Jura-Säuger eine vollständige zweite Dentition besessen haben, so wäre also diese Dentition schon vor der Juraperiode bis auf P 3 (respective P 4) unterdrückt worden, und hieraus würde wiederum folgen, dass die Anlagen der verloren gegangenen Zähne sich seit jener Zeit bis auf den heutigen Tag immer wieder vollzählig, aber vollkommen nutz- und hoffnungslos als rudimentäre Organe entwickeln und sich, wie oben nachgewiesen, in einer späten Lebensperiode noch erhalten — eine Annahme, welche wenigstens auf Wahrscheinlichkeitk einen Anspruch machen kann.

Bis auf weiteres muss ich desshalb, der von KÜKENTHAL vertretenen Ansicht entgegen, annehmen, dass eine vollständige zweite Dentition bei den Beutelthieren nie existirt hat, sondern erst von den Placentaliern erworben worden ist. Jedenfalls deckt sich diese Hypothese mit den zur Zeit vorliegenden thatsächlichen Befunden noch am vollständigsten[2]).

[1]) Vergleiche hierüber THOMAS (I).

[2]) Mit Recht hat THOMAS (V) auf die erhöhte Schwierigkeit, welche durch die Annahme der KÜKENTHAL'schen Hypothese in Hinblick auf das Verhalten bei *Triconodon* entsteht, aufmerksam gemacht: „At the same time it is evident that on this view many of the known facts seem to become more instead of less difficult of interpretation. Thus the fact

Aus den vorliegenden Untersuchungen geht ferner hervor, dass bei *Myrmecobius*, *Macropodidae* und *Phascolomys* im vordern Kiefertheile vollkommen verkalkte, frühreife Zähne eines von niedern Wirbelthieren ererbten Gebisses, welches älter als die persistirende, der ersten Dentition der Placentalier homologe Zahnserie ist, vorhanden sind. Um nicht zu wiederholen, verweise ich auf meine obige Darlegung pag. 90—92 und 97—101. Es mag vielleicht befremdend erscheinen, dass bei Thieren mit so stark differenzirtem Gebisse wie *Phascolomys* solche Reste vorhanden sind, während sie bei der verhältnissmässig viel primitiveren *Didelphys* nicht angetroffen sind. Auf diesen Einwand kann ich nur erwidern, dass dieser Befund nicht befremdender oder unerklärlicher ist, als die durch zahlreiche Beispiele zu belegende Thatsache, dass auch in Bezug auf andere Organsysteme sich bei im übrigen höheren, mehr differenzirten Thierformen primitive, alterthümliche Zustände in rudimentärer Form erhalten haben, während diese Rudimente bei verwandten niederen, sonst ursprünglicher organisirten Formen bereits ausgemerzt sind.

In diesem Zusammenhange verdient auch erwähnt zu werden, dass bei *Didelphys* und nach Woodward (II pag. 460, Fig. 25) bei *Petrogale* [1]) von dem oberflächlichen Theile der Schmelzleiste labialwärts Sprossen ausgehen, welche ebenso wie bei *Erinaceus* als Andeutungen von der ersten Dentition vorangegangenen Zahnanlagen gedeutet werden müssen, wenn sie auch nicht wie bei *Myrmecobius* etc. zur vollen Entwicklung gelangt sind.

Jedenfalls können wir aus dem zur Zeit vorliegenden Thatsachenbestande folgenden für das Verständniss des Säugethiergebisses bedeutungsvollen Schlusssatz ziehen: Bei allen Beutelthieren funktionirt während des ganzen Lebens eine Dentition, welche mit Ausnahme eines Zahnes dem Milchgebiss der Placentalier entspricht, während von der zweiten Dentition der letztern nur erst ein einziger Zahn zur vollständigen Entwicklung gelangt ist; ausserdem können sich vollkommen verkalkte Reste eines der ersten Dentiton vorangegangenen, von den Vorfahren der Säugethiere ererbten Gebisses erhalten. Trotz aller Differenzirung, welcher das Zahnsystem der Beutelthiere fähig ist, repräsentirt es doch eine niedrigere Entwicklungsstufe als dasjenige der Placentalier insofern die zweite Dentition nur erst zum geringern Theile entwickelt ist, und „Vor-Milchzähne“ in vollständigerer Weise als bei den Placentaliern vorkommen können.

In Bezug auf die Molaren sei nur bemerkt, dass die Uebereinstimmung in der Entwicklungsweise mit den vorausgehenden Milchbackenzähnen hier in sehr frappanter Weise hervortritt. Lingualwärts sowohl vom M 1 als vom M 2 habe ich deutliche knospenförmige Schmelzkeime nachweisen können.

Schliesslich möchte ich noch auf eine für die Beurtheilung der Stammesentwicklung der

---

that *Triconodon*, one of the earliest known Mammalia, changed a single tooth only, and that the very one which changes in the modern Marsupials, now appears most inexplicable, and is alone almost calculated to stagger belief in primitive diphyodontism.“ Durch Annahme der von mir vorgetragenen Hypothese scheint mir dieses Bedenken aus dem Wege geräumt zu sein, da ja nach dieser *Triconodon* nie mehr als den einen Prämolaren der zweiten Dentition gehabt hat, und somit der Diphyodontismus in Thomas' Sinne erst anfängt sich auszubilden.

[1]) Bei Petrogale sind sie besonders deutlich und gehen von der Schmelzleiste über M 1 aus.

Beutelthiere wichtige Thatsache aufmerksam machen. Bei *Trichosurus* und *Phascolarctus* habe ich, bei *Macropus* hat Woodward und bei *Phascolomys* Röse — wenn ich anders die Befunde des letztgenannten Forschers richtig gedeutet habe — in jüngeren Stadien unverkennbare Anlagen solcher Zähne gefunden, welche im persistirenden Gebisse der polyprotodonten Beutelthiere vorhanden sind, in demjenigen der besagten diprotodonten Formen dagegen gänzlich fehlen. Diese nur beim Marsupium-Jungen auftretenden Zahnanlagen sind bei *Trichosurus* $\mathrm{Pd}\,\frac{2.}{1.\ 2.}$, bei *Phascolarctus* $\mathrm{Jd}\,\frac{3}{-}$, bei *Macropus* $\frac{\mathrm{Cd\ Pd\ 1.}}{-}$ und bei *Phascolomys* $\mathrm{Jd}\,\frac{2.}{1.}\ \frac{3.(?)}{-}\ \mathrm{Cd}\,\frac{1.}{1.}\ \mathrm{Pd}\,\frac{2.}{2.}$. Da also bei den genannten Beutelthieren die durch Reduction eingebüssten Zähne noch ontogenetisch nachweisbar sind, während bei mehreren anderen Thieren dies nicht der Fall ist, wie ich es, um nur ein auffallendes Beispiel zu nennen, bei dem madagassischen Insectivoren *Ericulus* (siehe oben pag. 46) nachweisen konnte, legt dieser Umstand die Annahme nahe, dass die jetzige Gebissdifferenzirung der fraglichen Beutelthiere eine relativ junge, spät erworbene ist.

In diesem Zusammenhange möchte ich ausdrücklich hervorheben, dass die ontogenetischen Untersuchungen bisher keinen Aufschluss über die Homologien der einzelnen Zähne der Beutelthiere und derjenigen der Placentalier gegeben haben. Auch die von Thomas (I) versuchte Homologisirung der Prämolaren der Beutelthiere gewinnt durch die ontogenetischen Befunde keine Stütze.

Edentata.

Frühere Untersuchungen.

Was zunächst die *Dasypodidae* betrifft, so ist durch eine Reihe von makroskopischen Untersuchungen dargethan worden, dass bei *Tatusia peba* und *hybrida* ein typischer Zahnwechsel stattfindet, so dass alle Zähne mit Ausnahme des hintersten, respective der beiden hintersten gewechselt werden.

Die bisherigen an Schnitten vorgenommenen Untersuchungen über die Zahnentwicklung bei *Dasypodidae* sind, insofern diese Untersuchungen Aufschlüsse über den Zahnwechsel und damit in Zusammenhang stehende Fragen gewähren, folgende.

Ch. Tomes (II) veröffentlichte bereits 1874 seine Untersuchungen über zwei Embryonalstadien von Tatusia peba von $1^1/_2$ und 3 Zoll (englisch) Länge. T. stellt durch diese Arbeit zunächst die wichtige Thatsache fest, dass auch an der Bildung völlig schmelzloser Zähne ein Schmelzkeim, in dem es allerdings nach seinen Beobachtungen nicht zur Ausbildung einer Schmelzpulpa kommen soll, betheiligt ist und ebnete hierdurch den Weg für eine richtigere Auffassung des Schmelzkeimes. Ferner beschreibt und bildet T. die Schmelzleiste in ihrem Verhältniss zum Milchzahn ab; der „germ of permanent tooth" hat das knospenförmige Stadium kaum erreicht.

1884 theilen Pouchet & Chabry Untersuchungen über einen 15 Centm. langen Embryo von „Tatou noir" (also von derselben Art: T. peba) mit, beschreiben aber neben den Zahnanlagen weder Schmelzleiste noch Schmelzkeime.

Dagegen erweitert Kükenthal (V) 1892 insofern unsere Kenntniss über den Zahnwechsel bei *Dasypodidae*, als er kurz erwähnt, dass auch bei Embryonen von *Dasypus (Euphractus) villosus* die Anlagen von zwei Dentitionen mit derselben Deutlichkeit vorhanden sind, wie in den gleichgrossen Stadien von Tatusia peba; ob auch bei Das. villosus ein Zahnwechsel vorkommt, hat er nicht feststellen können.

Aus demselben Jahre (1892) ist die Arbeit von Ballowitz. Durch genaue Untersuchungen von Embryonen verschiedener Stadien von *Tatusia peba* und *Dasypus setosus* hat B. festgestellt, „dass der Epithelüberzug der Zahnanlagen bei den Edentaten" — seine Untersuchungen basiren sich jedoch nur auf die genannten Dasypodidae — „ein echtes Schmelzorgan ist, welches alle charakteristischen Eigenthümlichkeiten aufweist, die das Schmelzorgan der schmelzführenden Wurzelzähne der übrigen Säugethiere kennzeichnet, nur mit dem einzigen, aber wesentlichen Unterschiede, dass dasselbe zu keiner Zeit Schmelz producirt." Als wichtiges Resultat seiner Untersuchungen hebt ferner B. hervor, dass sich der untere Theil des Schmelzkeims zeitlebens an der Basis der Pulpapapille erhält, weil von hieraus der Zahn während des ganzen Lebens nach-

wächst; „gewiss ein schlagender Beweis dafür, dass die wesentliche Substanz des Zahnes, das Dentin, nur unter Vermittelung des Schmelzorganes gebildet werden kann.“ B. hat somit die Geltung der von v. Brunn und Röse gemachten Entdeckung auf die Zähne der Edentaten ausgedehnt. Eine directe Verbindung der Schmelzleiste oberflächlich vom Schmelzkeime mit dem Mundhöhlenepithel, wie sie Tomes in seinen Zeichnungen darstellt, hat B. nicht gefunden. Bei den Embryonen, wo noch keine Dentinbildung erfolgt war, setzte sich die Schmelzleiste als continuirliche Platte durch die zahnfreien Räume fort.

Schliesslich theilt Röse (IV) seine Beobachtungen über *Tatusia peba* und *hybrida* mit, von denen er die Unterkiefer je eines Embryos (von 7, resp. 6 Cmtr. Rumpflänge) untersucht hat. Den Angaben Tomes' entgegen hat R. eine Schmelzpulpa und ausserdem das Vorkommen eines Schmelzoberhäutchens nachgewiesen. Auch R. fand die Schmelzleiste nie im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel. Bei T. hybrida konnte R. den Nachweis liefern, dass auch medialwärts von den von Flower, Hensel und Reinhardt aufgefundenen Rudimentärzähnen eine am Ende kolbig verdickte Schmelzleiste vorhanden ist, und dass dieselben somit der ersten Dentition zuzurechnen sein.

Einige Resultate meiner eigenen Untersuchungen an Serienschnitten von vier Entwicklungsstadien von *Tatusia peba* und *hybrida* habe ich bereits veröffentlicht (III). In Folgendem wird eine ausführlichere, durch Abbildungen erläuterte Darstellung der Befunde gegeben werden.

Pouchet & Chabry sind bisher die einzigen, welche *Orycteropus* auf Schnitten untersuchten, und zwar beschreiben sie ausführlich das Verhalten im Unterkiefer eines 32 Cmtr. langen, jungen Thieres. Sie fanden neben dem rudimentären Schneidezahne eine siebartige durchlöcherte Schmelzleiste, sowie auch Reste der letztern vor dem „premiere molaire.“ Das in Fig. 35 abgebildete Epithelgebilde, welches die Verfasser für ein Zahnrudiment halten, ist wohl, wie Röse (IV) will, eine s. g. Epithelperle. Dass aber Orycteropus in der That diphyodont ist, ist später (1890) durch Thomas' Entdeckung (II) von Milchzähnen sowohl im Ober- als im Unterkiefer sicher gestellt worden.

Die einzigen Angaben, welche vor meiner Mittheilung (III, IV) über die fraglichen Punkte bei *Bradypodidae* existirten, stammen ebenfalls von Pouchet & Chabry her. Zur Untersuchung gelangten Individuen von 12—23 Cm. Länge. Als für ihre Zahnentwicklung charakteristisch wird das Fehlen der Schmelzpulpa sowie die frühzeitige Rückbildung des gesammten Schmelzkeimes hervorgehoben. Irgend welche Andeutung eines Zahnwechsels haben die Verfasser nicht gefunden; auch des von Brants, Owen und Gervais (I) beschriebenen rudimentären Schneidezahnes erwähnen sie nicht.

Gervais' Behauptung (I), dass bei der Megatheriden-Gattung *Coelodon* ein Zahnwechsel vorkommt, ist von Reinhardt (IV) endgültig widerlegt worden.

Bezüglich der Frage nach dem Vorkommen von Zahnbildungen bei *Myrmecophagidae* liegt ausser der ältern, sich nicht auf mikroskopische Untersuchung stützenden Angabe von Gervais (I), dass bei einem sehr jungen *Cyclothurus didactylus* möglicherweise Zähne vorkommen können[1]), sowie der von mir (III) an einem Embryo von *Tamandua tetradactyla* gemachten Beobachtung mit negativem Resultat eine Mittheilung von Röse (IV) vor, welcher den Unterkiefer eines Fötus von *Cyclothurus didactylus* (20 Cmtr. Länge) auf Schnitten untersuchte. Das Ergebniss seiner

[1]) Gervais' Abbildung in Zoologie et Paléont. générales habe ich nicht gesehen.

Untersuchung ist: „An der Stelle, wo sonst die Zahnleiste mit dem Kieferepithel in Beziehung steht, findet sich eine Reihe ausnehmend hoher Papillen, und scheint es mir sehr wahrscheinlich zu sein, dass bei jüngeren Stadien an dieser Stelle die Zahnleiste angelegt war, sich aber nicht weiter differenzirte, sondern zurückgebildet wurde."

Auch die *Manidae* sind neuerdings von mir (III) und Röse (IV, V) mikroskopisch auf das Vorkommen von Zahnbildungen untersucht worden. Während ich auch hier keine Spur irgend einer Zahnanlage auffinden konnte, hat Röse bei einem 9 Cmtr. langen Fötus von *Manis javanica*, sowie bei einem 7,6 Cmtr. langen Fötus von *M. tricuspis* im Oberkiefer eine Schmelzleiste, im Unterkiefer bei M. tricuspis sogar knospenförmige Schmelzkeime in Verbindung mit der Schmelzleiste gefunden.

Eigene Untersuchungen.

Tatusia.

Da ich reichlicheres Material als meine oben genannten Vorgänger untersucht habe, kann ich den bereits bekannten einige neue Thatsachen hinzufügen, so dass man sich nunmehr eine recht befriedigende Vorstellung von der Zahnentwicklung bei Tatusia bilden kann.

Von dieser Gattung wurden Unterkiefer von folgenden Embryonen auf frontalen Serienschnitten untersucht:

Stadium A: T. peba; völlig unbehaarter, blinder Embryo; Länge vom Scheitel zur Analöffnung 46 Mm.

Stadium B: T. hybrida; unbehaarter Embryo aber mit offenen Augen; Länge vom Scheitel zur Analöffnung 48 Mm.

Stadium C: T. peba; Länge vom Scheitel zur Analöffnung 78 Mm.

Stadium D: T. peba; Embryo mit schwach behaarten Extremitäten und offenen Augen; Länge vom Scheitel zur Analöffnung 90 Mm.

Da die erwachsene T. hybrida kleiner ist als T. peba, ist, wie auch die Untersuchung bestätigt, die Zahnentwicklung des untersuchten T. hybrida-Embryos (Stad. B) weiter fortgeschritten, als die geringe Grössendifferenz zwischen den Stadien A und B es sonst bedingen würde. Letzteres Stadium füllt die Lücke zwischen dem Stadium A und C in befriedigender Weise aus, so dass eine continuirliche Entwicklungsserie zur Untersuchung vorliegt.

Stadium A.

Es entspricht dieses Stadium ziemlich genau dem von Tomes (II) untersuchten $1^1/_2$ Zoll langem Embryo, von dem er auf Taf. II, Fig. 2 eine Zahnanlage abbildet.

Als zunächst besonders bemerkenswerth hebe ich die grosse Anzahl der Zahnanlagen auf diesem Stadium hervor: dieselbe erhebt sich nämlich auf 15. Reinhardt (II) fand bei mehreren jungen Thieren dieser Art im Unterkiefer vor den durch eine zweite Dentition zu ersetzenden, relativ gut entwickelten Zähnen bis zu fünf

weitere, sehr kleine Zähne, welche niemals das Zahnfleisch durchbrechen, und von denen die Mehrzahl oder alle früh resorbirt werden. Da die gewöhnliche Anzahl der bei T. peba funktionirenden Zähne 7—8 ist, so würde durch die fünf von Reinhardt entdeckten rudimentären Zähne die Zahl der verkalkten Zähne auf 12—13 steigen. Da ich nun aber 15 deutliche Anlagen gefunden habe und die Schmelzleiste ausserdem schon vor dem vordersten Schmelzkeim auftritt (siehe unten); da es ferner ausgemacht ist, dass auf diesem Stadium noch nicht alle Zähne im hintern Theile des Kiefers angelegt sind, so ergiebt sich, dass bei T. peba im vordern Kiefertheile mehr Zähne embryonal angelegt werden, als später zur Verkalkung gelangen. Diese Thatsachen führen somit zu der Annahme, dass Tatusia von einer Form abstammt, welche eine grössere Anzahl Zähne — jedenfalls mehr als fünfzehn — besessen hat, welche im Laufe der phylogenetischen Entwicklung allmählig reduzirt worden ist, was sich noch ontogenetisch durch die successive Unterdrückung der Zähne kundgiebt, indem, wie die Untersuchung des folgenden Stadiums lehrt, die vordern Zahnanlagen nicht weiter als bis zum Stadium mit kappenförmigem Schmelzkeim gelangen, und die darauf folgenden zwar verkalken aber als rudimentär meist früh und ohne jemals funktionirt zu haben resorbirt werden können. Es kommt also die embryonale *Tatusia* dem *Priodon gigas* mit dessen 20—25 Zähnen in jeder Kieferhälfte nahe, welches Thier somit der Zahnzahl nach sich primitiver als die übrigen Dasypodidae verhält.

Im Zusammenhange hiermit ist zu erwähnen, dass auf diesem Stadium der Entwicklungsgrad bei allen Zähnen auch bei den vordersten etwa der gleiche ist, kein Zahn ist über das kappenförmige Stadium hinausgekommen, was offenbar zunächst davon abhängt, dass bekanntlich in der fertigen Zahnreihe kein plötzlicher Unterschied in der Grösse auftritt, sondern dass ein ziemlich allmähliger Uebergang von den vordern kleinern zu den hintern grössern stattfindet.

Die Reduction der Zahnelemente im vordersten Kiefertheile bekundet sich, wie bereits angedeutet, schon dadurch, dass mehrere Schnitte vor der vordersten Zahnanlage eine fadenförmige, drehrunde Schmelzleiste ohne Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel auftritt. Noch auf dem ältern, von Röse untersuchten Stadium steht die Schmelzleiste im vordern Kiefertheile mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, während dies hier nur im hintern Kiefertheile (siehe unten) der Fall ist. Die Schmelzleiste geht continuirlich durch die ganze Kieferlänge, nach hinten zu verliert sie ihre Fadenform und wird wirklich leistenförmig.

Die vorderste Zahnanlage ist ein kleines kappenförmiges Schmelzorgan mit gut ausgeprägtem Zahnbeinkeim und Zahnsack. Bei den etwas grössern, sonst gleichen Zahnanlagen 2.—7. (ebenso wie bei den folgenden) ist das innere Schmelzepithel etwa ebenso deutlich cylindrisch wie bei den entsprechenden Stadien von Erinaceus, Didelphys etc. Die genannten sieben Schmelzkeime hängen nicht mit dem Mundhöhlenepithel durch eine Schmelzleiste zusammen. Dasselbe gilt für den etwas grösseren Schmelzkeim der achten Zahnanlage, doch ist hier das tiefe Ende der Schmelzleiste schwach abgeschnürt (Fig. 149). Von hier ab wird die Schmelzleiste dick leistenförmig und ragt beim folgenden (neunten) Schmelzkeim, neben welchem ebensowenig wie bei den folgenden ein freies tiefes Schmelzleistenende auftritt, über demselben empor und verlängert sich über dem zehnten Schmelzkeim nach oben, so dass sie stellenweise mit dem Mundhöhlenepithel zusammenhängt, wodurch die Angabe und Abbildung (Fig. 2) von Tomes bestätigt werden.

Röse (IV pag. 503) hebt Tomes gegenüber hervor, dass R. niemals im Bereiche der Backenzähne eine directe Verbindung der Schmelzleiste mit dem Kieferepithel auffinden konnte. Dies gilt auch nach meinen Untersuchungen (siehe unten) für die ältern Stadien — und nur solche hat R. untersucht — aber nicht für ein so zeitiges wie das von Tomes und von mir beobachtete. An den Zähnen 11.—15. ist kein directer Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel nachweisbar.

Aus der ganzen Entwicklungsart erhellt entschieden, dass sämmtliche Zahnanlagen derselben Dentition angehören, woraus wiederum folgt, dass Reinhardt's Annahme, nach welcher die von ihm gefundenen fünf rudimentären vorderen Zähne „Milchzähne" seien, vollkommen bekräftigt wird.

Ein Zahnwall (aber keine Zahnfurche) ist namentlich im mittlern Theile der Kieferlänge nachweisbar.

Stadium B.

Hier folgen im vordern Kiefertheile auf eine wie beim vorigen Stadium beschaffene Schmelzleiste, welche nicht mit dem Mundhöhlenepithel im Zusammenhange steht, mehrere mehr oder weniger stark degenerirte Schmelzkeime, von denen der eine theilweise in eine s. g. Epithelperle umgebildet ist; Röse bildet in Fig. 2 eine solche Epithelperle ab, aber im Zusammenhange mit der Schmelzleiste. Man darf jedenfalls annehmen, dass solche Anlagen nicht entwicklungsfähig sind. Am wenigsten rückgebildet und am grössten ist der letzte dieser rudimentären Schmelzkeime, welcher auf dem kappenförmigen Stadium steht (Fig. 150). Unmittelbar hinter demselben setzt sich die Schmelzleiste wirklich „leistenförmig" fort, um neben dem ersten gut ausgebildeten und auf dem glockenförmigen Stadium stehenden Schmelzkeim als medialer „Fortsatz" sich zu erhalten (Fig. 153). Hier ist somit ein deutlicher Sprung in der Ausbildung, indem der nächstvorhergehende nicht nur sehr klein und degenerirt ist, sondern ausserdem noch auf dem kappenförmigen Stadium steht; legen wir hierzu den Umstand, dass im Ganzen acht gut ausgebildete, auf dem glockenförmigen Schmelzkeimstadium stehende Zahnanlagen auf die rudimentären folgen, so ergiebt sich hieraus, dass die vordersten degenerirten Anlagen den von Reinhardt (II) gefundenen verkalkten Zähnen entsprechen; dieselben finden sich auch beim jüngern Exemplar A, sind aber dort vollkommen normal gestaltet und stehen auf dem kappenförmigen Schmelzkeimstadium (vergleiche oben). Es erhellt hieraus, dass, wie schon erwähnt (pag. 111), sämmtliche rudimentären Zähne schon auf dem kappenförmigen Stadium resorbirt werden können.

Die oben erwähnte erste, gut ausgebildete Zahnanlage, an der ebensowenig wie an den folgenden Hartgebilde ausgebildet sind, trägt eine einfache Zahnkrone, während die folgenden mit Ausnahme des letzten Zahnes, welcher ebenfalls einspitzig ist, zweispitzig sind, mit einer höhern medialen und einer niedrigern lateralen Spitze.

Röse fand, dass von den sieben von ihm bei T. hybrida angetroffenen Zähnen die zwei vordern einspitzig waren.

Die Zähne nehmen an Breite stetig zu bis zum sechsten, welcher der grösste ist, von da ab werden sie wieder kleiner.

Was den Bau des Schmelzkeimes betrifft, so kann ich zunächst gegen Tomes, Pouchet

und Chabry aber in Uebereinstimmung mit Ballowitz und Röse das Vorkommen von wirklicher Schmelzpulpa constatiren. Sowohl von dem jüngern Stadium als auch von gleichweit entwickelten Zähnen anderer Thiere unterscheiden sich aber die Schmelzkeime des vorliegenden Exemplares dadurch, dass die Zellen des innern Schmelzepithels zum grössten Theil ihre cylindrische Form eingebüsst haben und mehr rundlich geworden sind. Die Beobachtungen von Ballowitz, mit dessen Fig. 2 die von mir erhaltenen Bilder des Schmelzkeimes sich vollkommen decken, stimmen hierin mit den meinigen gut überein. Die früh erfolgende Umgestaltung der so charakteristischen cylindrischen Zellen des innern Schmelzepithels ist jedenfalls mit dem Umstande in ursächlichen Zusammenhang zu bringen, dass kein Schmelz produzirt wird (vergleiche unten bei Phocaena). Auch bezüglich des Baues des äussern Schmelzepithels und der Epithelsprossen kann ich mich Ballowitz' Angaben anschliessen.

Die Schmelzleiste verläuft beim vorliegenden Exemplare nicht überall als epitheliale Platte oder Epithelband, wie es Ballowitz auf entsprechenden Stadien gefunden hat, sondern sie geht stellenweise nur als runder Faden continuirlich durch die ganze Kieferlänge. Dagegen ist es besonders bemerkenswerth — und auch in diesem Punkte stimme ich Ballowitz gegen Tomes bei —, dass die Schmelzleiste schon jegliche Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel eingebüsst hat, da ihr oberflächlicher Theil resorbirt ist, während bei dem entsprechenden Entwicklungsstadium von Erinaceus der Zusammenhang noch vollständig erhalten ist, und auch bei übrigen Säugern der oberflächliche Theil stets viel länger sich vollständig erhält. Der Abschnürungsprozess des Schmelzkeimes von der Leiste giebt desshalb etwas befremdende Bilder (Fig. 151 und 152). Auf diesen Figuren ist auch ersichtlich, dass sich die Schmelzleiste (und somit auch der Schmelzkeim im Bereiche der Schmelzleiste) an der lingualen Fläche durch zahlreichere und grössere Zellen von dem übrigen lingualen Theil des äussern Schmelzepithels, welcher weniger deutlich vom Bindegewebe abgesetzt ist, unterscheidet.

Zahnwall oder Zahnfurche sind nicht vorhanden.

Stadium C.

Bemerkenswerth ist dieses Individuum, welches nur wenig weiter entwickelt ist als das von Röse (IV) untersuchte, zunächst desshalb, weil von den rudimentären vordern Zähnen keine Anlagen vorhanden sind — Röse fand deren zwei — falls nicht einige Zellenhaufen als Ueberreste der resorbirten Zähne zu deuten sind; auch eine Schmelzleiste ist vor dem ersten normalen Zahne nicht vorhanden. Von den sieben Zahnanlagen sind die erste und zweite noch mit etwas Schmelzpulpa versehen und einspitzig. Die Schmelzleiste ist völlig vom Zahne abgeschnürt; sie steht hier ebenso wenig wie bei dem folgenden Embryo im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel. Im Zwischenraume zwischen dem ersten und zweiten Zahne erhält sich nur ein fadenförmiger Strang, welcher sich unmittelbar vor Zahn 2. wieder vertieft und als eine solide, nach der Tiefe zu allmählich verdickte Leiste neben Zahn 2. zu liegen kommt (Fig. 154—156) ohne mit ihm verbunden zu sein. Die folgenden Zähne (3.—6.), welche auf derselben Entwicklungsstufe wie Zahn 1.—2. stehen, sind, wie schon Flower (IV) nachgewiesen und später auch Röse gefunden hat, zweispitzig; ihr Verhalten zur Schmelzleiste ist dasselbe wie bei Zahn 2. Da, wie erwähnt, die

beiden vordersten Zähne einspitzig sind, ist also das Milchgebiss ursprünglich heterodont. Zahn 7. steht noch auf dem knospenförmigen Stadium, während alle vorhergehenden etwa gleich weit entwickelt sind.

Stadium D.

Hier sind wiederum die fraglichen rudimentären vordern Zähne vorhanden und zwar als drei, vom ersten zum dritten an Grösse zunehmende, verkalkte Zähne, welche aber bereits mehrfache Resorptionserscheinungen darbieten (Fig. 157) und jedenfalls nie zum Durchbruch kommen. In Uebereinstimmung mit den Angaben REINHARDT's, ist ihre Entwicklung bereits abgeschlossen, während die folgenden sieben grösseren Zähne noch mit dem innern Schmelzepithel versehen sind und das Zahnbein an diesen erst zum Theil fertig gebildet ist. Während vor und neben den besagten rudimentären Zähnen jede Spur einer Schmelzleiste fehlt, tritt dieselbe in starker Entwicklung neben den grösseren Zähnen auf, jedoch fehlt sie gänzlich in den Zwischenräumen ausser zwischen Zahn 5., 6. und 7. Ebenso wie bei allen vorigen sind die grössern hintern Zähne — hier auch der siebente — etwa gleich weit entwickelt.

Bradypus.

Stadium A. Bradypus cuculliger. Embryo. Länge vom Scheitel zum Anus 67 Mm. Völlig nackt. Augenlider geschlossen.

Stadium B. Bradypus. Embryo. Länge vom Scheitel zum Anus 96 Mm. Nackt bis auf einige Haare am Lippenrand und an der Ohrmuschel. Offene Augen.

Von beiden sind Ober- und Unterkiefer auf Frontalschnitten untersucht.

Unterkiefer.

Stadium A. Eine schwache Schmelzleiste ohne Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel tritt auf einigen Schnitten vor Zahn 1. auf. Der letztere ist viel kleiner als die folgenden, steht auf dem glockenförmigen Stadium und hängt durch die Schmelzleiste fast mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Dieser Zahn sowohl als die folgenden unterscheiden sich von den auf derselben Ausbildungsstufe stehenden Zähnen anderer Säugethiere dadurch, dass keine sternförmigen, sondern einfach runde Zellen — etwa dem Stratum intermedium WALDEYER's entsprechend — im Schmelzkeim vorkommen, und dass die Zellen des innern Schmelzepithels keine so ausgeprägt cylindrische Form wie bei andern Thieren haben (vergl. Tatusia Stad. B.)[1]). Hieraus geht also hervor, dass Bradypus nie die für die übrigen Säugethiere (auch Tatusia) charakteristische Schmelzpulpa besitzt. Dem Zahn 1. eigenthümlich ist das Vorkommen von Pigment im Innern des Schmelzkeims. (Fig. 98.) Bemerkens-

[1]) Also ähnlich wie POUCHET & CHABRY bei einem 12 Cmtr. langen Embryo beobachtet; doch beschreiben sie das innere Schmelzepithel als cylindrisch.

werth ist, dass auch KÜKENTHAL (II) bei *Hyperoodon rostratus* das Eintreten von Pigmentzellen sowohl in die Schmelzleiste als auch in die Anlage des untern Eckzahnes beobachtet hat.

Nach einem längern Zwischenraume tritt zunächst die Schmelzleiste und dann die viel grössere Anlage des Zahnes 2. auf. Der Schmelzkeim desselben hat, verglichen mit dem Zahnbeinkeim, eine sehr geringe Grösse, und an ihm wie an dem folgenden Zahn 3. ist eine freie oberflächliche Schmelzleiste nur am vordern und hintern Ende des Schmelzkeimes, nicht in dessen Mitte vorhanden (Fig. 99). Auch zwischen den Zähnen ist die Leiste — vielleicht in Folge der starken Entwicklung des Knochengewebes — nur durch einen oder einige schwache Stränge repräsentirt. Ob Zahn 4. angelegt ist, kann ich nicht feststellen, da die Serie im hintern Kiefertheile unvollständig ist.

Zahnwall, aber keine Zahnfurche ist vorhanden.

Stadium B. Der schon auf dem Stad. A. angetroffene vorderste, rudimentäre Zahn ist hier vollständig verkalkt; doch zeigt der gezackte Rand desselben (Fig. 100), dass er bereits in Resorption begriffen ist und jedenfalls niemals zum Durchbruch gekommen wäre. Ein Rest der Schmelzleiste findet sich lingualwärts von ihm. Legt man zu den beiden von mir untersuchten Embryonen den ältern Embryo von GERVAIS (I), das jugendliche Thier von BRANTS (nach OWEN's Citat) und schliesslich OWEN's Nachweis von Resten der Alveole des fraglichen Zahnes im Unterkiefer eines Bradypus im Museum des College of Surgeons in London, so ist also bisher bei fünf Individuen der vorliegenden Thierform im Unterkiefer ein rudimentärer, nicht zur Funktion gelangender Zahn nachgewiesen worden, dessen ziemlich constantes[1]) Vorkommen — analog den entsprechenden Befunden bei Tatusia (siehe oben) — auf eine vier übersteigende Zahnanzahl bei der Stammform der Bradypodidae hinweist.

Neben und zwischen den vier grösseren Zahnanlagen ist die Schmelzleiste völlig verschwunden, und von dem Schmelzkeim haben sich nur Reste des innern Schmelzepithels sowie der von POUCHET & CHABRY sowie von BALLOWITZ beschriebene „untere Keimrand des Schmelzorganes" erhalten.

Zahn 1., 2. und 3. — ich sehe vom vordersten rudimentären ab — sind ziemlich regelmässig kegelförmig, wogegen der grösste, Zahn 4., zweispitzig ist mit höherer lingualer und kleinerer labialer Spitze (Fig. 101). Wir haben somit bei Bradypus dieselbe Thatsache wie bei Tatusia zu verzeichnen, dass das Gebiss ursprünglich in geringem Grade heterodont ist. Die Präparation eines fast reifen Embryos von Brad. cuculliger bekräftigte diesen Befund. Letzteres Exemplar zeigte auch, dass sämmtliche Zähne schon vor der Geburt das Zahnfleisch durchbrechen.

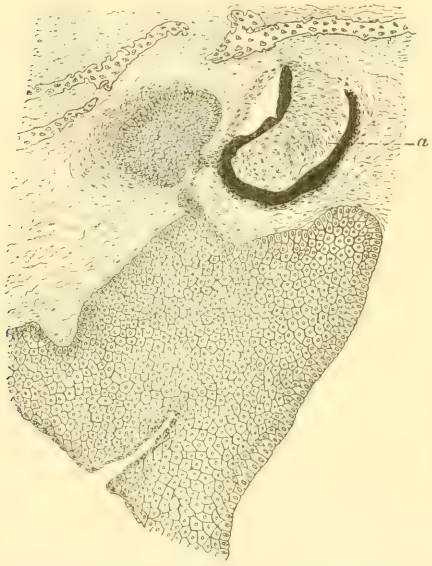
Oberkiefer.

Stadium A. Zunächst ist die verschiedene Entwicklungsstufe der Zähne bemerkenswerth. Zahn 1 ist ein kurzer und dicker knospenförmiger Schmelzkeim, welcher in schwachem Zu-

[1]) Da die Constatirung des Nichtvorhandenseins eines Zahnes von so geringer Grösse mit Sicherheit nur auf mikroskopischem Wege erfolgen kann, und da POUCHETS & CHABRY's negative Resultate schon deshalb nicht zu schwer wiegen, weil genannte Autoren keine Schnittserien untersucht haben, darf man wohl mit Rücksicht auf die bisher gewonnenen positiven Resultate das Vorkommen des fraglichen Zahnes als ein ziemlich constantes bezeichnen.

sammenhange mit dem Mundhöhlenepithel steht. Zahn 2. hat das kappenförmige Schmelzkeimstadium erreicht und hängt ebenfalls noch mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Zahn 3. dagegen ist ein grosser, etwas unregelmässiger, glockenförmiger Schmelzkeim — wie im Unterkiefer ohne Schmelzpulpa — mit starkem Zahnbeinkeim und Zahnsäckchen und mit niedriger oberflächlicher Schmelzleiste, welche nicht mehr mit dem Mundhöhlenepithel zusammenhängt. Die drei folgenden Schmelzkeime stehen etwa auf derselben Entwicklungsstufe wie der dritte, sind aber kleiner. Die Schmelzleiste zwischen den Zahnanlagen ist gut erhalten.

14.



Bradypus cucullger. Stad. A. Frontalschnitt durch den Oberkiefer. a. Labialwärts von der Anlage des vordersten persistirenden Zahnes gelegener Zahn Die rechte Seite vom Leser entspricht in dieser Figur der labialen Fläche. Vergrösserung 50.

Aus obigem erhellt also zunächst, dass beim Embryo im Oberkiefer sechs Zahnanlagen vorhanden sind, während bei erwachsenen Thieren nur fünf Zähne vorkommen; aus einem Vergleiche mit Stad. B und mit dem erwachsenen geht ferner hervor, dass diese „überzählige" Anlage ebenso wie im Unterkiefer die vorderste ist.

Von besonderer Wichtigkeit aber ist folgender Befund: labialwärts vom zweiten (dem ersten persistirenden) Zahn kommt ein kurzer (d. h. durch wenige Frontalschnitte reichender) kegelförmiger, verkalkter Zahn vor (Textfigur 14 a). Leider fehlen noch gesicherte Anhaltspunkte für die Beurtheilung dieses Befundes. Mit Rücksicht aber darauf, dass bei den andern bezahnten Edentaten (Dasypodidae, Orycteropidae) ein Zahnwechsel, eine erste und zweite Dentition vorkommt, halte ich es für wahrscheinlich, dass der fragliche Zahn der letzte Rest der ersten Dentition ist, woraus wiederum die wichtige Thatsache gefolgert werden müsste, dass das persistirende Gebiss der Bradypodidae der zweiten Dentition homolog wäre. Vielleicht wird die Untersuchung etwas jüngerer Stadien, die mir z. Z. nicht zu Gebote stehen, hierüber Aufschluss geben.

Beim *Stadium B.*, bei dem sich die Zähne im wesentlichen wie die untern verhalten, fehlt die vorderste (überzählige) Zahnanlage gänzlich und von der oben besprochenen labialwärts gelegenen ist nur ein undeutliches, etwas zweifelhaftes Rudiment zu sehen. Von den persistirenden Zähnen ist der vorderste am schwächsten entwickelt und kleiner als die folgenden.

Bezüglich der von mir auf Frontalschnitten untersuchten Unterkiefer von Embryonen von **Tamandua tetradactyla** [1]) (Scheitel-Steisslänge 70 Mm.) und **Manis tricuspis** (dito 40 Mm.) habe ich schon früher (III) mitgetheilt, dass ich keine Spur von Zahnleiste oder Schmelzkeimanlagen habe nachweisen können.

[1]) Seite 5 Zeile 14 von unten ist aus Versehen das Thier Tamandua tridactyla genannt worden.

Inzwischen hat Röse (IV, V) seine Untersuchungen über die fraglichen Thiere publicirt und ist zu etwas andern Resultaten gekommen. In Bezug auf seine bereits oben (pag. 109) referirten Angaben betreffs eines 200 Mm. langen Embryo von *Cyclothurus didactylus*, dass an der Stelle der hohen Papillen bei jüngeren Stadien wahrscheinlich die Schmelzleiste angelegt sei, ist zu bemerken, dass bei meinem viel jüngern, allerdings einer andern Art angehörigen Embryo entschieden keine Schmelzleiste vorhanden ist.

Betreffs der *Manidae* kann, nach Röse's (V) Abbildungen, jedenfalls nicht daran gezweifelt werden, dass hier wirkliche Zahnanlagen vorhanden sind. Das späte Auftreten der Schmelzleiste ist immerhin auffallend: während bei meinem 40 Mm. langen Embryo von Manis tricuspis wie erwähnt, die Schmelzleiste nicht angelegt ist, war sie bei dem viel grösseren 76 Mm. langen Exemplar derselben Art, das Röse untersuchte, vorhanden.

Ergebnisse und Folgerungen.

Aus der Ontogenie geht hervor, dass *Tatusia*, bei welcher im erwachsenen Zustande nicht mehr als 7—8 Zähne vorkommen, von einer Form abstammt, welche eine grössere Anzahl ausgebildeter Zähne — jedenfalls mehr als fünfzehn — besessen hat, und zwar ist es die erste Dentition, welche durch das Vorkommen von mehreren, nicht mehr zur völligen Ausbildung gelangenden Componenten die grössere Zahnanzahl aufweist (vergl. oben pag. 110). Es kommt also das Milchgebiss bei Tatusia dem *Priodon gigas* mit dessen 20—25 Zähnen in jeder Kieferhälfte nahe; letztgenanntes Thier verhält sich, den erwähnten embryologischen Befunden nach zu urtheilen, primitiver als die übrigen Dasypodidae.

Die ontogenetischen Befunde widerlegen auf das Entschiedenste die Annahme, dass die grosse Anzahl der Componenten im *Dasypodiden*-Gebisse durch ein Stehenbleiben von Milchzähnen verursacht sei (vergleiche Winge I, pag. 25). Ferner sprechen dieselben entschieden gegen den Schlussatz, welchen Kükenthal (II, pag. 440) aus der vergleichend-anatomischen Betrachtung der Bezahnung der Dasypodidae ableitet, dass „die Homodontie und die gleichzeitig damit verbundene Vielzahnigkeit entstanden ist aus einer secundären Theilung ursprünglicher Doppel- d. i. Backzähne.“ Die Vielzahnigkeit der Dasypodiden ist vielmehr, insofern die Ontogenie spruchberechtigt ist, ein primitiver Charakter; ausserdem ist das Zahnsystem angelegt als schwach heterodont, gar nicht als homodont.

Auch bei *Bradypus* ist die Anzahl der Zähne beim Embryo und jugendlichen Thiere meistens grösser als beim erwachsenen, indem anstatt der $\frac{5}{4}$ Zähne des letztern $\frac{6}{5}$ bei jenen angetroffen werden, was somit auf das Vorhandensein einer grösseren Anzahl Zähne bei der Stammform der Bradypodidae hinweist.

Das Gebiss sowohl bei *Bradypus* als *Tatusia* ist ursprünglich schwach heterodont (vergleiche oben pag. 114 und 115). Und zwar gilt dies bei *Tatusia* nicht nur von der ersten Dentition sondern auch, wie ich nachträglich bemerken will, von der zweiten [1]). Meine schon früher (III,

[1]) So finde ich im Unterkiefer einer jugendlichen Tatusia peba im ganzen 9 persistirende Zähne und zwar, wie die noch vorhandenen Milchzähne lehren, 7 Prämolaren und 2 Molaren. Während nun die Prämolaren einspitzig sind, tragen die Molaren zwei hinter einander stehende Spitzen.

pag. 538) dargelegte Auffassung, dass bei allen bisher bekannten Säugethieren, wo Homodontie vorkommt, diese kein primitives Merkmal ist, erhält durch diese Thatsachen eine gewichtige Stütze.

Wenn mich auch meine Untersuchungen betreffs der Frage nach der Homologie des *Bradypodiden*-Gebisses zu keinem entscheidenden Resultate geführt haben, macht doch das Vorkommen eines rudimentären verkalkten Zahnes labialwärts vom vordersten persistirenden Zahne im Oberkiefer des jüngsten untersuchten Embryos es wahrscheinlich, dass das Gebiss der Bradypodidae der zweiten Dentition der übrigen Säugethiere entspricht.

Bei *Bradypus* durchbrechen sämmtliche Zähne schon vor der Geburt das Zahnfleisch.

Bezüglich des feineren Baues des Schmelzkeimes unterscheidet sich *Bradypus* von *Tatusia* und zugleich von der grossen Mehrzahl der übrigen Säugethiere dadurch, dass eine wirkliche Schmelzpulpa nie zur Ausbildung gelangt. Sowohl bei *Tatusia* als *Bradypus* verlieren die cylindrischen Zellen des inneren Schmelzepithels zeitig ihr charakteristisches Aussehen und werden rundlich, was jedenfalls mit dem Umstande im Zusammenhang steht, dass kein Schmelz produzirt wird. Bemerkenswerth ist schliesslich das bei Bradypus beobachtete Vorkommen von Pigment im Innern eines Schmelzkeimes.

Cetacea.

Kükenthal (II, IV) hat bereits an einem viel reicheren Materiale eine sehr eingehende Schilderung der Entwicklung des Zahnsystemes bei verschiedenen Zahn- und Bartenwalen gegeben, so dass ich meine Beobachtungen nur in dem Maasse wiederzugeben brauche, als sie Kükenthal's Angaben zu ergänzen vermögen, beziehungsweise von ihnen abweichen. Auch in Bezug auf die ältere Literatur über diesen Gegenstand kann ich auf die ausführliche Behandlung derselben in Kükenthal's Arbeit (II) verweisen.

Phocaena communis.

Die Unterkiefer folgender Embryonen sind auf Frontalschnittserien untersucht worden:

Stadium A: Körperlänge 17 Ctm.
„ B: „ 20 „
„ C: „ 25 „
„ D: „ 44 „

Stadium A.

Im ganzen sind 23 deutliche Zahnanlagen vorhanden. Von diesen ist die vorderste am grössten und am weitesten ausgebildet, indem sich an ihr schon eine kleine Zahnbeinkappe entwickelt hat, die den folgenden noch fehlt. Letztere stehen auf dem glockenförmigen Schmelzkeimstadium; doch werden sie je mehr nach hinten immer weniger entwickelt, so dass die letzten auf dem kappenförmigen Stadium stehen.

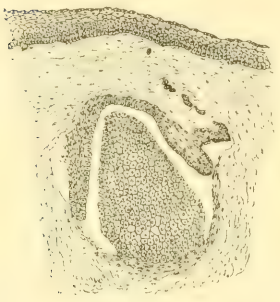
Als charakteristisch für den Schmelzkeim bei Phocaena kann angeführt werden, dass weder die Schmelzpulpa den typischen Bau aufweist, indem die Kerne viel dichter stehen und die Zellen nicht sternförmig sind, noch die Zellen des inneren Schmelzepithels die gewöhnliche lange Cylinderform haben, sondern viel kürzer sind und nicht so sehr wie gewöhnlich von denen des äusseren Schmelzepithels abweichen. Mit andern

Worten: der Schmelzkeim bei Phocaena weicht in denselben Punkten von dem gewöhnlichen Verhalten ab wie bei Bradypus (siehe oben pag. 118).

Reste der Schmelzleiste und möglicherweise eines Schmelzkeimes treten schon vor der ersten Zahnanlage auf. Zum allergrössten Theile ist die Leiste schon stark durchlöchert und steht nicht mehr mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung; nach hinten zu wird sie vollständiger, hängt mit dem Mundhöhlenepithel zusammen, ist aber sehr dünn. Die Degeneration der Schmelzleistensubstanz schon auf diesem ziemlich zeitigen Stadium zeigt sich übrigens darin, dass sich ein „Epithelperlenstrang" durch einen grossen Theil der Schmelzleiste hindurchzieht. Zwischen den Schmelzkeimen sind nur Reste der Schmelzleiste vorhanden.

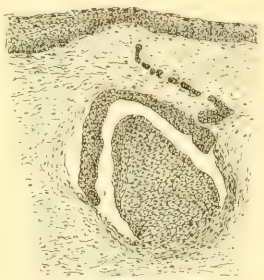
Für Phocaena eigenthümlich ist die Art der Ablösung des Schmelzkeimes von der Leiste auf diesem Stadium. Wie aus einer Vergleichung der Textfiguren 15 und 16, welche dicht

15.



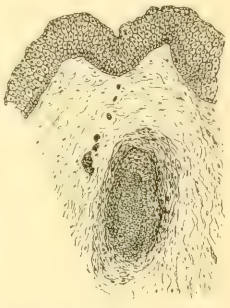
Phocaena communis. Stad. A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Vergrösserung 50.

16.



Phocaena communis. Stad. A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Vergrösserung 50.

17.



Phocaena communis. Stad. B. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Die rechte Seite vom Leser entspricht in dieser Figur der labialen Fläche. Vergrösserung 50.

aufeinander folgenden Schnitten entnommen sind, ohne weiteres hervorgeht, ist die abgeschnürte Partie an der medialen Basis des Schmelzkeimes (Textfig. 15) das tiefe Ende der Schmelzleiste. An den hintern, kappenförmigen Schmelzkeimen dagegen, wo noch keine Ablösung angedeutet ist, steht die Schmelzleiste wie gewöhnlich in Verbindung mit der Spitze des Schmelzkeims.

Stadium B.

Von den 21 Zahnanlagen sind alle vordern mit kleiner Dentinkappe versehen; der zweite ist der kleinste und der erste wie auf dem Stadium A der grösste. Es ist dieser Grössenunterschied, den auch Kükenthal (II, pag. 406) bei *Delphinus delphis* beobachtet hat, deshalb bemerkenswerth, weil ein solcher nicht beim ausgebildeten Thiere ausgeprägt ist.

Lingualwärts von einigen der vordern Zahnanlagen ist die Schmelzleiste zum grössern Theile völlig von der Anlage getrennt und trägt am tiefen freien Ende knospenförmige, etwas unregelmässig gestaltete Anschwellungen, so besonders neben Zahn 4.—7. (Textfigur 17);

neben den folgenden Zahnanlagen ist diese Anschwellung weniger deutlich. Aehnliche Befunde beschreibt Kükenthal (II, pag. 393) bei *Beluga leucas*. Er giebt aber den Inhalt besagter Anschwellung oder „Blase" als aus „vereinzelten, sternförmig verästelten Zellen, die mit denen der Schmelzpulpa übereinstimmen" bestehend an. Das ist bei meinen Präparaten entschieden nicht der Fall und geht übrigens aus den von K. gegebenen Abbildungen (Fig. 64, 65) auch nicht hervor. Bei Phocaena besteht der Inhalt aus rundlichen, jedenfalls schon etwas degenerirten Zellen.

An den Stellen, wo die Schmelzleiste mit der Zahnanlage in Verbindung steht, ist kein freies Schmelzleistenende vorhanden. Wie die Ablösung des Schmelzkeimes von der Leiste zu Stande kommt, ersieht man gut an einigen Schnitten (z. B. des 4. und 5. Zahnes), von denen zwei, unmittelbar auf einander folgende in den Textfiguren 18 und 19 abgebildet sind: von der

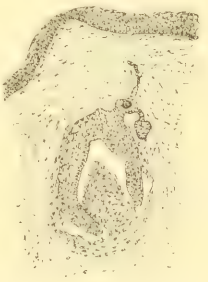
18.

Phocaena communis. Stad. B. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Orientirung wie Textfig. 17.

19.

Phocaena communis. Stad. B. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Orientirung wie Textfigur 17.

20.



Phocaena communis. Stad. C. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Vergrösserung 50.

medialen Peripherie des äussern Schmelzepithels des Schmelzkeimes bleibt nur der tiefer gelegene Theil unverändert, während der oberflächliche sich ablöst und sich als Schmelzleiste markirt, während die Zellen ihrer lateralen Fläche eine deutlichere Begrenzung, denjenigen der medialen ähnlich, erhalten.

Stadium C.

Hier fand ich bei drei Zahnanlagen Bilder, welche, was das Verhalten der Schmelzleiste zum Schmelzkeim betrifft, mit dem von Kükenthal (II) in Fig. 60 abgebildeten Präparate übereinstimmen (Textfigur 20): die Schmelzleiste steht mit dem oberflächlichen oder mittleren Theil des äusseren Schmelzepithels in Verbindung; die Emancipation des Schmelzkeimes von der Leiste ist also vollständiger als beim Stadium B (vergleiche die Textfiguren 19 und 20). Das tiefe Leistenende bildet einen deutlichen Schmelzkeim, welcher sich jedenfalls dem kappenförmigen Stadium nähert.

Stadium D.

Die Zähne haben schon eine starke Zahnbeinschicht entwickelt. Verschwunden ist jede Spur von Schmelzepithel, Schmelzpulpa und Schmelzleiste; auch die lingualwärts von den persistirenden gelegenen Schmelzkeime sind resorbirt. Eine deutliche Epithelscheide ist ausgebildet.

Balaenoptera borealis.

Der grösste Theil des Unterkiefers eines 70 Cmtr. langen Embryos ist an Frontalschnitten untersucht worden.

Die Zahnanlagen stehen auf dem glockenförmigen Stadium und sind mit typisch ausgebildeter Schmelzpulpa versehen, was dem Verhalten bei Phocaena gegenüber bemerkenswerth ist.

Eine Schmelzleiste zwischen den Schmelzkeimen ist nicht mehr vorhanden. Neben den letzteren hat sich die Schmelzleiste in zahlreiche unregelmässige Stränge aufgelöst, die mit Sprossen des äussern Schmelzepithels in Verbindung stehen. Lingualwärts von mehreren der vorderen Schmelzkeime tritt die Schmelzleiste als deutliche, freie Knospe hervor.

Labialwärts vom ersten glockenförmigen Schmelzkeime liegt ein kappenförmiger solcher, welcher im Zusammenhange mit einer oberflächlichen Schmelzleiste steht. So lange nur ein solcher, etwas befremdender Befund vorliegt, dürfte es sich empfehlen, sich jeder Deutung desselben zu enthalten.

— - —

Eines der wichtigsten Ergebnisse, welche der Morphologe von einer Untersuchung des Entwicklungsganges des Zahnwalgebisses erwartet, ist selbstverständlich die Beantwortung der Frage, welcher Dentition bei den übrigen Säugethieren das Gebiss dieser „Monophyodonten“ entspricht. Kükenthal (VI, pag. 472) zieht nun aus seinen ontogenetischen Untersuchungen folgenden Schlusssatz: „Die Behauptung, dass das Gebiss der Zahnwale der ersten Dentition angehört, lässt sich unwiderleglich durch die Thatsache beweisen, dass die zweite Dentition ebenfalls angelegt wird, aber nur embryonal, und später verschwindet.“ Genauer präcisirt er das Verhalten der zweiten Dentition in seiner späteren Arbeit (II, pag. 420): „Die zweite Dentition ist entweder vollkommen unterdrückt, und dann fliesst das Bildungsmaterial ihrer Schmelzorgane — das Ende der Zahnleiste — mit der Innenwand der Zahnanlage zusammen, oder die zweite Dentition kommt zur ersten Anlage, entwickelt sich aber nicht weiter (Beluga leucas), oder doch nur in vereinzelten Fällen. In letzteren verschmilzt der kleinere Ersatzzahn mehr oder minder deutlich mit der Hauptzahnanlage (Phocaena communis).“

Wenn auch zugegeben werden muss, dass Kükenthal's umfassende und genaue Untersuchungen manche bedeutsame Belege für die Annahme, dass das persistirende Gebiss der Zahnwale der ersten Dentition der übrigen Säuger entspricht — welcher Auffassung auch ich mich in einer früheren Publikation (III) angeschlossen habe — gebracht haben, so lassen sich doch andererseits gewichtige Bedenken gegen dieselbe anführen. Zunächst haben wir wieder daran zu erinnern,

dass das Vorkommen einer freien Zahnleiste mit „Knospen“ durchaus keine genügende Begründung für eine solche Annahme abgiebt. Und zwar sollten wir gerade hier bei der Verwerthung dieser Thatsache im obigen Sinne um so vorsichtiger sein, als man bei den schwachen Zähnen der Zahnwale annehmen darf, dass nach Abschnürung der Schmelzkeime der funktionirenden Zahnreihe so viel von der Schmelzleiste übrig bleibt, dass, auch wenn das funktionirende Gebiss der zweiten Dentition entsprechen sollte, die Bedingungen für das Zustandekommen einer jüngeren Zahnreihe besonders günstig sind. Und zwar ist dies bei den Zähnen der Zahnwale ebensowohl anzunehmen wie bei Phoca und Desmodus (siehe oben pag. 68 und 79), wo faktisch lingualwärts von den Prämolaren das tiefe Ende der Schmelzleiste eine Zahnanlage andeutet, resp. das Zustandekommen einer dritten Dentition einleitet. Man vergleiche besonders das Verhalten der Schmelzleiste zum ersten Prämolaren bei *Desmodus*, wie es in Fig. 95 dargestellt ist, ein Bild, das die Unzulänglichkeit des besagten Criteriums zu illustriren geeignet ist.

Ferner erregt der Umstand Bedenken, dass bei dem ältesten bekannten Walthiere *Zeuglodon*, welches jedenfalls dem Ursprungsstamme der Ordnung näher steht als die heute lebenden Walthiere, ein typischer Zahnwechsel nachgewiesen ist. Es ist schwer einzusehen, warum, da beide Dentitionen ausgebildet gewesen sind, wie ja auch Kükenthal annimmt, die minderwerthige erste und nicht die zweite, die zähere, bei den heutigen Zahnwalen persistirt.

Was die gelegentliche, von Kükenthal beschriebene Ausbildung von Zähnen lingualwärts von den persistirenden bei *Phocaena* betrifft, so ist diese Erscheinung, da ich an meinen Präparaten nichts derartiges gefunden habe, jedenfalls selten, und nicht für die Kükenthal'sche Annahme entscheidend, da besagte kleine Zähne auch eine andere Deutung zulassen, nämlich auch als zur dritten Dentition gehörig aufgefasst werden können (vergleiche oben bei *Erinaceus* pag. 43 und Phoca pag. 69).

Im Zusammenhange hiermit steht die von Kükenthal gemachte Annahme, dass die Zähne der Bartenwalembryonen ebenfalls dem Milchgebiss der anderen Säugethiere homolog sind, da lingualwärts von ihnen knospenförmige Schmelzkeime auftreten; einmal (Fig. 109) sah K., dass eine solche Ersatzzahnanlage sich weiter ausbilden könne. Ferner fand K. „labialwärts von den Zahnanlagen die constanten Anzeichen einer dieser Dentition vorausgegangenen früheren Dentition“, die er mit den von mir beschriebenen ähnlichen Rudimenten bei *Erinaceus* und *Didelphys* homologisirt. Was den letzten Punkt betrifft, ist daran zu erinnern, dass sowohl die von mir als Reste einer der ersten Dentition vorangegangenen Zahnreihe bei den besagten Thieren so wie die rudimentären Zähne dieser Dentition bei *Myrmecobius*, *Macropus* und *Phascolomys* vollkommen constant eine andere Lage im Verhältniss zur ersten Dentition, resp. zur Schmelzleiste einnehmen als die fraglichen Gebilde bei den Bartenwalen, nämlich oberflächlich von den Zahnanlagen erster Dentition, unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel — was ja übrigens auch im Hinblick auf das Verhalten der Dentitionen zu einander während der Entwicklung bei den Reptilien von vornherein zu erwarten ist.

Ich glaube desshalb, dass wir die Frage nach der Homologisirung des Gebisses der Walthiere bis auf weiteres als eine offene zu betrachten haben.

Schliesslich mache ich noch auf die von den bisher bekannten Befunden abweichende Art der Ablösung des Schmelzkeims von der Schmelzleiste bei *Phocaena* aufmerksam, wie dieselbe aus einer Vergleichung der Textfiguren 15—20 erhellt.

Homo sapiens.

Die Ontogenie des menschlichen Zahnsystemes ist, besonders was die Beziehungen zwischen erster und zweiter Dentition betrifft, neuerdings von Röse (1) und zwar in mustergültiger Weise behandelt worden, so dass eine erneuerte Darstellung dieses Gegenstandes sich wesentlich als eine Wiederholung der Röse'schen Schilderung gestalten würde. Desshalb beschränkte ich mich auch im Verlaufe meiner Untersuchungen hauptsächlich darauf, einigen Fragen nachzugehen, an welche sich ein besonderes theoretisches Interesse knüpft. Eine solche ist die erste Entwicklung der Prämolaren des Ersatzgebisses. Die Erwägung, dass zwischen der ersten Anlage dieser Zähne, resp. zwischen der Abschnürung der Schmelzleiste von den betreffenden Milchbackenzähnen und dem Durchbruche der Prämolaren ein ausserordentlich langer Zeitraum liegt — so ist die erste Anlage des P 2 schon beim Embryo von $7^1/_2$ Monate erkennbar, durchbricht aber erst im 10.—12. Jahre das Zahnfleisch! — lässt von vornherein eigenthümliche Modificationen im Entwicklungsprocess erwarten. Während nun über die Entwicklung der Prämolaren nach dem Auftreten von Hartgebilden an denselben zahlreiche Angaben in der Literatur vorliegen, geben die mir bekannten Publicationen von den zeitigeren, vom allgemeinen Gesichtspunkte sehr interessanten Schicksalen derselben eine durchaus ungenügende Vorstellung. Die Thatsachen, welche mir die Durchmusterung lückenloser Schnittserien — eine, wenn es sich um so grosse Objecte wie Kiefer von Kindern handelt, besonders geduldprüfende Methode — ergab, dürften ausserdem um so eher das Interesse der Fachgenossen beanspruchen können, als ja jeder neue Befund, der den Menschen betrifft, seine specifische Bedeutung hat.

Der erste Forscher, welcher einige Angaben über die frühesten Entwicklungsstufen der menschlichen Prämolaren macht, ist Kollmann. Genauer beschreibt er aber nur die Anlage des zweiten Prämolaren. Morgenstern hat an zwei Embryonen, die 4 und $5^3/_4$ Monate alt waren,[1]) die Anlage der Ersatzzähne studirt. M. hat sich auf diese beiden Stadien beschränkt, weil er der Meinung ist, dass „zur Lösung der Frage über den Ursprung der bleibenden Zähne zwei verschiedene Alterstufen vollständig genügen" (!). Die im übrigen nicht besonders glückliche Arbeit, welche Röse bereits einer Kritik unterzogen hat, enthält brauchbare Angaben und Abbildungen von den Prämolar-Anlagen auf den fraglichen Stadien. Schliesslich theilt Röse (1) Beobachtungen über das Auftreten der Prämolaren mit, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Die Angaben der erwähnten Autoren werden bei der folgenden Darlegung meiner eigenen, mehrfach abweichenden Befunde Berücksichtigung finden.

[1]) Nach His' Normaltafel würden die Maasse ($19^1/_2$ und $37^1/_2$ Cmtr.) ein Alter von etwa $4^1/_2$ und $7^1/_2$ Monate angeben.

Folgende *Unterkiefer* habe ich auf Frontalschnitten untersucht:

Stadium A:	Embryo	7½	Monate	alt.				
„ B:	„	8	„	„				
„ C:	Kind	3	Monate	1	Tag	alt.		
„ D:	„	3	„	8	Tage	alt.		
„ E:	„	4	„	15	„	„		
„ F:	„	6	„	2	„	„		
„ G:	„	8	„	10	„	„		
„ H:	„	8	„	29	„	„		
„ J:	„	11	„	10	„	„		
„ K:	„	1	Jahr	3	Monate	4	Tage	alt.
„ L:	„	1	„	10	„	9	„	„

Wir wenden uns also zunächst zu den *Prämolaren*, welche ich, ohne damit etwas über ihre Homologien ausgesagt haben zu wollen, in Uebereinstimmung mit dem gewöhnlichen Gebrauche als P 1 und P 2 bezeichne.

Erster Prämolar (P 1).

Stadium A. Die Schmelzleiste ist neben der Mitte des Pd 1 an ihrem tiefen Ende stark angeschwollen, einen etwas unregelmässigen knospenförmigen Schmelzkeim (P 1) bildend, welcher von einem deutlichen Zahnsacke umgeben ist (Fig. 158 Sl'); auf dem abgebildeten Schnitte hat er eine etwas unregelmässigere Form als auf den anderen Schnitten. Die grösste Breite des Schmelzkeimes beträgt 0,10 Mm. Oberflächlich hängt die Schmelzleiste mit einer langen Epithelperle (e) zusammen; von dieser gehen einige Epithelstränge aus, welche den Rest der Verbindungsleiste mit Pd 1 bilden.

Stadium B. Der Schmelzkeim (Fig. 159 Sl'), dessen grösste Breite 0,11 Mm. beträgt, verhält sich wesentlich wie im Stadium A; an seiner unteren Peripherie ist er deutlich eingekerbt.

Die hier beschriebenen Thatsachen stehen in — vielleicht mehr scheinbarem als wirklichem — Widerspruche mit der Angabe Rose's (1), dass selbst zur Zeit der Geburt noch keine Spur von den Prämolaren vorhanden ist; denn er bemerkt ebenfalls, dass beim Neugebornen „die Zahnleiste sich an der Stelle ihrer (d. h. der Prämolaren) späteren Entstehung eben erst ganz leicht verdickt hat", also mit anderen Worten, dass er die Prämolaren zur Zeit der Geburt auf dem knospenförmigen Stadium beobachtet hat. Bei einem etwa viermonatlichen Embryo hat dagegen Morgenstern (Fig. 3) den unverkennbaren knospenförmigen Schmelzkeim des P 1 abgebildet. Bei einem ältern Embryo, welcher ungefähr ebenso alt wie das von mir beschriebene Stadium A ist, stimmt die von Morgenstern gegebene Abbildung (Fig. 12) der Anlage des P 1 in jeder Beziehung mit meiner Figur 158 überein. Wenn M. dagegen (pag. 241 und 356) behauptet, dass „die beiden Ausstülpungen (am Schmelzkeim) zwei spätern Kronenhöckern entsprechen", so ist dieser Ausspruch als verfehlt zu bezeichnen, da, wie auch die folgenden Stadien darthun, auf diesen zeitigen Entwicklungsstufen sicherlich kein Theil der zukünftigen Zahnkrone durch Einkerbungen vorgezeichnet sein kann.

Im Stadium C und D ist P 1, welcher neben der hintern Hälfte von Pd 1 liegt,

nicht grösser (grösste Breite 0,10 Mm.) aber mehr eingekerbt als in den jüngern Stadien (Fig. 160 und 160a). Die Schmelzleiste ist niedriger und stärker durchlöchert (160). Ich mache hier auf den gewaltigen Unterschied in der Entwicklung des P 1 (und P 2) und des nächstvorgehenden Eckzahnes auf derselben Altersstufe aufmerksam, wie dieser Unterschied aus einem Vergleiche der bei derselben Vergrösserung gezeichneten Figuren 160 und 167 hervorgeht.

Stadium E. Da der Schmelzkeim des P 1 beim Menschen auch in einer Entwicklungsstufe, die jedenfalls dem knospenförmigen Stadium anderer Säugethiere entspricht, mehrere unregelmässige Zerklüftungen aufweist, als ich sie bei anderen Formen angetroffen habe, so ist es schwer zu entscheiden, wann der Schmelzkeim das kappenförmige Stadium erreicht hat. Jedenfalls können wir bei dem vorliegenden Individuum (Fig. 161 und 161a) einen deutlichen Anfang dieses Stadiums erkennen, obgleich keine Grössenzunahme stattgefunden hat, zumal wenn wir die Verhältnisse bei den

Stadien F, G und H berücksichtigen. Hier ist nämlich der Schmelzkeim, dessen Form sich unmittelbar an diejenige des vorigen Stadiums anschliesst, unbestreitbar kappenförmig mit constanter Lage der Kappeneinstülpung, an welcher auf dem Frontalschnitte der labiale Schenkel der längere ist. Auch die Grösse hat zugenommen:

Stadium F: grösste Höhe [1]) 0,35 Mm., grösste Breite 0,19 Mm.
„ G: „ „ 0,22 „ „ „ 0,13 „
„ H: „ „ 0,30 „ „ „ 0,17 „

Das Stadium G (Fig. 162) zeichnet sich nicht nur durch etwas geringere Grösse sondern auch durch vollständigere Erhaltung der Schmelzleiste aus; während diese bei F und H ebenso wie bei E zum grössten Theile resorbirt ist, hat sich bei G in der ganzen Länge des P d 1 eine hohe Leiste mit deutlichem, wenn auch durchlöcherten Verbindungsstrange (Fig. 162 Sl") erhalten.

Röse's Befunde weichen von den meinigen insoferne ab, als er im Unterkiefer eines 6 Monate alten Kindes nur knospenförmige Schmelzkeime in der Gegend der späteren Prämolaren fand und erst beim 10 Monate alten Kinde (im Oberkiefer) einen kappenförmigen Schmelzkeim des P 1 constatiren konnte. Vielleicht beruht diese Verschiedenheit eher auf verschiedener Deutung als auf Variabilität der Stadien.

Stadium J. Die Schmelzkeimkappe, deren grösste Höhe 33 Mm. und deren grösste Breite 24 Mm. beträgt, ist stark verflacht und schaut mit der Oeffnung labialwärts. Die Weiterentwicklung den vorigen Stadien gegenüber zeigt sich auch darin, dass der Schmelzkeim in einer Aushöhlung des Kieferknochens liegt.

Bei Stadium K lässt sich die Form des P 1 nicht unmittelbar von derjenigen bei J ableiten, da die Anlage hier als ein unregelmässiger kappenförmiger Schmelzkeim mit mehreren labialwärts verlaufenden Strängen der Schmelzleiste auftritt.

Bei Stadium L ist er bereits von eigener Alveole umschlossen und Hartgebilde sind angelegt. Die Verfolgung älterer Stadien hat für die hier vorliegenden Fragen kein Interesse.

Zweiter Prämolar (P 2).

Bei den Stadien A und B ist er nur erst als schwache Andeutung einer knospenförmigen, von verdichtetem Bindegewebe umgebenen Anschwellung der Schmelzleiste neben der

[1]) Dieses Maass kann keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, da die Fixirung der Grenze zwischen Keim und Leiste auf jüngeren Stadien mehr oder weniger willkürlich ist.

vorderen Hälfte des P d 2 vorhanden (Fig. 163 Sl'); der Verbindungsstrang (Sl'') zwischen Leiste und P d 2 ist theilweise unterbrochen.

Im Stadium C liegt der deutlich differenzirte, etwas unregelmässig knospenförmige Schmelzkeim des P 2, dessen grösste Höhe 0,72 Mm. und dessen grösste Breite 0,09 Mm. beträgt, neben der vorderen Hälfte des P d 2 (Fig. 164 und 164 a). Die Schmelzleiste ist stark besprosst aber schon ohne Verbindung mit dem P d 2.

Kollmann hat den knospenförmigen Schmelzkeim eines 3 Wochen alten Kindes abgebildet. Morgenstern's Angabe, dass schon beim viermonatlichen Embryo ein knospenförmiger Schmelzkeim ausgebildet sei, muss wohl so verstanden werden, dass auf diesem zeitigen Stadium nur erst die Abschnürung des Schmelzkeimes des P d 2 eingeleitet ist. Die von Morgenstern gegebene Fig. 13 eines etwa dem Stadium A gleichaltrigen Embryos stimmt gut mit meinem Befunde überein.

Stadium E stimmt wesentlich mit Stad. C überein: doch ist der Schmelzkeim etwas grösser und die Leiste kürzer (Fig. 165).

Stadium F und G. Grösste Höhe 0,30 Mm., grösste Breite 0,11 Mm. Hier markirt sich der Anfang des kappenförmigen Schmelzkeim-Stadiums; doch ist P 2 weniger weit entwickelt als P 1 in den entsprechenden Entwicklungsstufen. Nach Röse soll P 2 erst beim Kinde im Alter von 1 Jahr und 6 Monaten das kappenförmige Stadium erreichen!

Da auf Stadium J auch P 2 dieselbe etwas befremdende Form wie P 1 zeigt, welche nicht mit dem nachfolgenden Entwicklungsstadium in Beziehung zu bringen ist, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Schmelzkeimform bei diesem Individuum nicht völlig normal ist.

Stadium K und L. P 2 verhält sich wesentlich wie P 1 (siehe oben).

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, dass die Prämolaren beim Menschen allerdings schon frühe — P 1 etwa im vierten Embryonalmonate (Morgenstern) — angelegt werden, aber ein bemerkenswerth verlangsamtes Entwicklungstempo innehalten, welches in den zeitigeren Stadien fast einem Stillestande gleichkommt. Während P 1 beim viermonatlichen Embryo etwa gleich weit entwickelt ist wie J und C (knospenförmig) und ungefähr dieselbe Grösse wie diese hat, stehen beim 7½-monatlichen Embryo die letzteren bereits auf dem glockenförmigen Schmelzkeimstadium und sind viel grösser als der auf dem knospenförmigen Stadium stehende P 1 und der eben angelegte P 2. Als winzige, unregelmässig gestaltete Schmelzkeime, welche erst beim 4—6-monatlichen Kinde die Anfänge des kappenförmigen Stadiums erkennen lassen und nur ganz unbedeutend an Grösse zunehmen, verbleiben die Prämolaren während mehr als 1½ Jahr, denn noch beim 1¼-jährigen Kinde lassen dieselben nichts von ihrer künftigen Ausbildungsstufe ahnen. Erst vom 1½-jährigen Kindesalter ab entwickeln sie sich in rascherem Tempo. Eine Untersuchung der Entwicklungsstufen, welche zwischen diesem Alter und dem ältesten von mir untersuchten Stadium (1 Jahr 10 Monate) liegen, wäre desshalb von Interesse; leider standen mir solche nicht zu Gebote.

In diesem Zusammenhange habe ich das Vorkommen eines *überzähligen Prämolaren* (Fig. 166 Px), welcher im Stadium C (Kind, 3 Monate 1 Tag alt) angetroffen ist, zu erwähnen.

Derselbe liegt in einer Aushöhlung des Kieferknochens medialwärts von der vorderen Hälfte des Pd 1, also vor der Anlage des P 1, ist bedeutend grösser als letzterer: grösste Höhe 0,27 Mm., grösste Breite 0,26 Mm., und weiter entwickelt: er steht entschieden auf dem kappenförmigen Stadium. Dass er der zweiten Dentition angehört, ist ausser Frage. Dieser Befund beansprucht desshalb ein besonderes Interesse, weil er auf ein phylogenetisch älteres Entwicklungsstadium des Menschen hinweist, wo noch drei Prämolaren — bekanntlich die Prämolarenzahl der platyrrhinen Affen — vorhanden waren. Zugleich stützt er die Auffassung, welche die persistirenden Prämolaren des Menschen dem P 3 und 4 der übrigen Säugethiere homologisirt, und ist besagte Anlage selbst wohl als ein P 2 aufzufassen.

Röse (I pag. 460) giebt an, dass „in den meisten Fällen der ganze epitheliale Rest der ‚secundären Schmelzkeime' zur Bildung des Schmelzorgans der permanenten Zähne verwandt wird." Ich habe dagegen auf allen Stadien, wo die Entwicklungsstufe des Zahnes es überhaupt erwarten liess, nämlich auf den Stadien C, D und E, medialwärts von den glockenförmigen Schmelzkeimen des J 1, J 2 und C (Fig. 167) nicht nur das tiefe Ende der Schmelzleiste abgeschnürt sondern auch mehr oder weniger deutlich angeschwollen gefunden. Wir erkennen hierin die Möglichkeit der Entwicklung einer dritten Dentition beim Menschen.

Auch bei M 1 ist das tiefe Ende der Schmelzleiste, welche zu den Molaren ganz dieselbe Lage wie bei der Mehrzahl der übrigen Säugethiere einnimmt (vergleiche besonders die Bemerkungen pag. 19), in mehreren Entwicklungsstadien mehr oder weniger stark angeschwollen (Fig. 168, 169), wie dies auch Röse beim viermonatlichen Kinde gefunden hat.

Schliesslich kann ich Röse's Angabe, dass eine sogenannte Epithelscheide auch beim Menschen vorkommt, bestätigen.

Allgemeine Ergebnisse und Folgerungen.

Wie bereits in der Einleitung bemerkt wurde, ist der eigentliche Zweck der vorstehenden Untersuchung denjenigen ontogenetischen Thatsachen nachzuforschen, welche für den Aufbau einer Morphologie des Zahnsystems verwerthbar sind. Dieser Fragestellung gemäss traten die Untersuchungen über das Wesen der Dentitionen, ihre Anzahl sowie ihre Beziehungen zu einander und zur Schmelzleiste, in den Vordergrund, während ich die histogenetischen Einzelheiten nur da geschildert habe, wo sie mir im Stande zu sein schienen, das morphologische Verständniss zu fördern. Da, wo es die Erkenntniss oder die richtige Werthschätzung des ontogenetischen Befundes erheischte, sind die phylogenetischen Disciplinen: vergleichende Anatomie und Paläontologie zu Rathe gezogen worden.

Damit bei der Beurtheilung und Verwerthung der gewonnenen Resultate die wesentlichen und maasgebenden ontogenetischen Vorgänge nicht durch solche, welche auf speciellen, der betreffenden Thierform eigenthümlichen Differenzirungen, auf Reductionserscheinungen oder dergleichen beruhen, verwischt werden möchten, habe ich eine grössere Formenreihe (27 verschiedene Gattungen) in möglichst vielen Entwicklungsstufen — von Repräsentanten mancher Arten lagen 7—11 verschiedene Stadien vor — untersucht und zugleich die Thierformen möglichst so gewählt, dass, von Nagern und Hufthieren abgesehen, alle wesentlicheren Modificationen des Säugethiergebisses vertreten waren. Ich darf somit hoffen, dass durch dieses Vorgehen Unwesentlichkeiten eliminirt sowie manche verfrühte Verallgemeinerung, wie solche nur zu oft aus der Untersuchung vereinzelter Formen abgeleitet worden sind, vermieden werden konnten.

In diesem Kapitel wird es meine Aufgabe sein, die in dem speciellen Theile niedergelegten *Ergebnisse allgemeiner Natur* zu einem Gesammtbilde zu verbinden; in Bezug auf diejenigen Resultate, welche nur für die einzelnen Thiergruppen Geltung haben, verweise ich auf die Zusammenfassungen in den betreffenden Kapiteln. Aus dieser Zusammenstellung werden wir auch entnehmen können, welche Tragweite wir der Ontogenie auf ihrem heutigen Standpunkte für die morphologische Erkenntniss des Zahnsystems zumessen dürfen. Um Weitläufigkeiten zu vermeiden und die Uebersichtlichkeit zu erleichtern, wird im allgemeinen in diesem Abschnitte auf die Kritik nur derjenigen abweichenden Ansichten eingegangen werden, welche nicht schon im vorhergehenden Theile besprochen worden sind. Bezüglich des jetzigen Standpunktes unserer Kenntniss von der ontogenetischen Entstehung der Zähne verweise ich auf die in der Einleitung gegebene Skizze (pag. 6).

Ganz entschieden können wir jetzt behaupten, dass der sogenannte **Zahnwall** und die

Zahnfurche in keiner Weise ursächliche Beziehungen zur Zahnentstehung oder Zahnentwicklung haben. So treten dieselben bei Erinaceus, Didelphys und Tatusia erst zu einer Periode auf, wenn die Zahnanlagen schon einen verhältnissmässig hohen Ausbildungsgrad erreicht haben; ebenso ist bereits von andern Autoren nachgewiesen worden, dass beim Menschen ein eigentlicher Zahnwall zu keiner Zeit existirt. Dagegen scheint es mir nicht zweifelhaft zu sein, dass jene Bildungen für die Configuration der Mundhöhle während der zahnlosen Lebensperiode von Bedeutung sind. Sie gehören also jedenfalls zu derselben Kategorie wie die gleich zu erwähnende Lippenfurche und einige andere Epithelialbildungen von transitorischer Natur und von gleichem Bau, welche nur für den Embryo, respective für das junge Thier von Nutzen sind; vergleiche auch oben pag. 17 und 43.

Die einzige Kieferfurche, welche etwa gleichzeitig mit der Schmelzleiste auftritt, ist die **Lippenfurche.** Diese vertieft sich allmählich und wird mit Zellen ausgefüllt, so dass sie als Leiste, „Lippenfurchenleiste", in das Mesoderm hineinwuchert, aus welcher Leiste dann durch Zerfall der in ihrer Mitte gelegenen Zellen das Vestibulum oris hervorgeht, wie ich dies im Unterkiefer bei Erinaceus verfolgen konnte. Lippenfurche, respective Lippenfurchenleiste und Schmelzleiste gehen aber hier aus getrennten Anlagen hervor; nur secundär können Schmelz- und Lippenfurchenleiste streckenweise mit einander in Verbindung treten; vergleiche oben pag. 21, 22, 43. Aus meinen allerdings nicht sonderlich ausgedehnten Beobachtungen über diesen Punkt erhellt jedenfalls, dass weder Baume's Behauptung, dass die Schmelzleiste gewöhnlich aus der Lippenfurche ihre Entstehung nehme, noch Röse's (I) Beobachtung, dass dieselben beim Menschen aus einer gemeinsamen Anlage hervorgehen, verallgemeinert werden können. Ueber die abweichenden Verhältnisse im Oberkiefer bei Erinaceus siehe oben pag. 44.

Hier mag noch besonders betont werden, dass bei allen von mir untersuchten Thieren die **Anlage der Zähne und diejenige der Skelettheile** völlig unabhängig von einander auftreten, und bestätige ich hiermit nur das Resultat, zu dem alle neueren Untersucher gelangt sind. Es ist dieser Umstand auch insofern von morphologischer Bedeutung und im Auge zu behalten, als daraus hervorgeht, dass der Sitz eines Zahnes, ob im Zwischen- oder Oberkiefer an und für sich nicht als ausschlaggebend bei der Homologisirung erachtet werden kann, wie dies meistens noch geschieht. Im zweiten Theile dieser Arbeit werden wir finden, dass Zähne, welche bei einer Thierform im Zwischenkiefer wurzeln, also Schneidezähne sind, bei einer naheverwandten Form im Oberkiefer sitzenden Zähnen, also Prämolaren oder einem Eckzahne, homolog sind.

Bis vor kurzem ist die **Schmelz-** oder **Zahnleiste**, also ein zusammenhängender Fortsatz des Mundhöhlenepithels, welcher sich in das Mesoderm einsenkt, als die erste Anlage und der Ausgangspunkt der Zahnbildung angesehen worden. Neuerdings hat aber Röse (II, III) nicht nur eine über das Niveau der übrigen Schleimhaut hervorragende Epithelialverdickung der Kieferränder als die *„primäre" Schmelzleiste* im Gegensatz zu der in das Mesoderm eingesenkten „secundären" beschrieben, sondern auch bei 11—12 Mm. langen menschlichen Embryonen zwei *frei über die Schleimhautoberfläche hervorragende, epitheliale Papillen* gefunden, welche er als „letzte Residuen der bei den Vorfahren vorhandenen primitiven Zähnchen" auffasst. Was zunächst Röse's primäre Zahnleiste betrifft, welche nach ihm bei allen Wirbelthieren vorkommt — ausdrücklich hat er später (X) ihr Vorkommen bei Katze und Schwein angegeben — so habe ich eine dieser entsprechenden Epithelialverdickung im Unterkiefer eines neugebornen Marsupium-Jungen von Didelphys marsupialis angetroffen; dass ich dieselbe nicht bei dem jüngsten Erinaceus-Embryo fand,

kann darauf beruhen, dass dieser Embryo bereits eine höhere Ausbildungsstufe erreicht hatte. Dagegen scheint es mir nicht angezeigt, die fraglichen Bildungen als primäre und secundäre Zahnleiste von einander zu scheiden. Die erstere ist vielmehr als das Anfangsstadium der Zahnleiste zu betrachten, und aus ihr geht direct die letztere, die sogenannte secundäre, hervor, ganz so wie wir es von mehreren andern Epithelialbildungen z. B. den Milchdrüsen und den Haaren kennen. Wir halten also daran fest: bei den Säugethieren ist der Ausgangspunkt für die Zahnbildung eine einheitliche Epithelleiste: die Schmelz- oder Zahnleiste, welche bei ihrer Entstehung nach der freien Fläche des Mundhöhlenepithels zu eine Erhebung erzeugt, um unmittelbar darauf in das Mesoderm hineinzuwuchern.

Ein *freies Papillenstadium*[1]) ist bisher nur ganz vereinzelt, nämlich bei den Hautzähnen der Selachier, bei einigen Zähnen der Triton-Larven sowie unter den Amnioten nur bei Crocodilen und beim Menschen beobachtet worden. Die bisherigen Beobachtungen über diesen Punkt geben jedenfalls noch keine genügende Basis für phylogenetische Folgerungen ab.

Sowohl aus Baume's als meinen Untersuchungen geht hervor, dass die *Schmelzleiste überall da, wo sie genügend tief in das Mesoderm eindringt, eine Verdichtung in diesem hervorruft.* Wie ich oben (pag. 15, Fig. 4, 5) näher ausgeführt habe, ist also diese Verdichtung und Abplattung der Mesodermzellen durchaus nicht immer die Anlage eines Zahnsäckchens oder einer Zahnpapille, sondern vielmehr als das rein mechanische Product des Eindringens der Ectodermleiste aufzufassen. An den Stellen, wo die Schmelzkeime entstehen, schreitet durch den verstärkten Druck, welchen diese auf die umgebenden Mesodermzellen ausüben, die Verdichtung und Abplattung der letztern weiter zur Bildung von Zahnsäckchen und Zahnpapille, während durch die Rückbildung der Schmelzleiste in den Zwischenräumen zwischen den Schmelzkeimen die von jener hervorgerufene Differenzirung im Mesoderm wieder ausgeglichen wird.

Der **Schmelzkeim** entsteht durch Zellenwucherung, welche ausschliesslich oder doch vorzugsweise an der labialen Fläche der Schmelzleiste stattfindet (Fig. 3, 4, 31); auch degenerirte Zahnanlagen entstehen in derselben Weise (vergleiche oben pag. 23, Fig. 17—19).

Um den *Ausbildungsgrad des Schmelzkeimes* kurz charakterisiren zu können, habe ich drei — natürlich allmählig in einander übergehende — Entwicklungsstadien desselben unterschieden: 1) das knospenförmige: die erste Differenzirung des Schmelzkeimes als schwächere oder stärkere Anschwellung des Schmelzleistenendes; 2) das kappenförmige: der Schmelzkeim wird grösser und umfasst die Zahnpapille ohne wesentlichere histologische Differenzirungen erlitten zu haben; 3) das glockenförmige: an dem tiefer ausgehöhlten Schmelzkeime ist unter all-

[1]) Es ist zu bemerken, dass Rose ganz neulich seine Auffassung von dem, was unter „freiem Papillenstadium" zu verstehen ist, wesentlich modifizirt hat. In einer früheren Arbeit (XI) stellt er den Satz auf, dass „sich bei sämmtlichen tiefer stehenden Wirbelthieren bis herauf zu den Urodelen die ersten Zahnanlagen in Gestalt von ausgeprägten, über das Niveau der Schleimhaut emporragenden Papillen bilden," wesshalb ich (VI) darauf aufmerksam machte, dass bei den Knochenfischen nach Carlsson's, auf meine Veranlassung vorgenommenen Untersuchungen jedenfalls kein freies Papillenstadium vorhanden ist, ebensowenig wie ich es bei Iguana fand. In der inzwischen erschienenen Arbeit Rose's (XII) über die Zahnentwicklung bei den Knochenfischen ist der Begriff des freien Papillenstadiums dahin erklärt und erweitert: „ob die Spitzen der Zahnanlagen sogar kuppenförmig über die oberflächlichste Zellenlage des Epithels hervorragen (Crocodile) oder nicht, dieser Umstand ist ganz nebensächlich." Durch diese Erweiterung des Begriffes „freies Papillenstadium" ist nun allerdings jene thatsächliche Differenz zwischen Carlsson's und Rose's Befunden beseitigt. Zugleich muss ich entschieden daran festhalten, dass ein freies Papillenstadium wie Rose es bei den Crocodilen fand und wie er es früher definirt hat, bei den Knochenfischen nicht vorkommt.

mähliger Grössenzunahme eine Differenzirung der Zellen in inneres und äusseres Schmelzepithel sowie in die Schmelzpulpa erfolgt. Mit diesem dritten Stadium hat der Schmelzkeim als solcher den Höhepunkt seiner Ausbildung erlangt; die Veränderungen, welche mit der Entstehung der Hartgebilde einhergehen, leiten seine Rückbildung ein. Bezüglich der histogenetischen Vorgänge verdient noch hervorgehoben zu werden, dass auf dem glockenförmigen Stadium die Zellen des äussern Schmelzepithels an der labialen Peripherie des Schmelzkeimes im Verlaufe der Entwicklung immer mehr abgeplattet werden und schliesslich atrophiren, während dieselben an der lingualen Peripherie ihre cylindrische Form beibehalten, so lange die Schmelzleiste noch in den lingualen Theil des Schmelzkeimes eingeht (vergleiche besonders Fig. 7—10); nachdem der Schmelzkeim sich von der Leiste abgelöst hat, wird auch die linguale Fläche des äussern Schmelzepithels von abgeplatteten Zellen gebildet (Fig. 15, 20, 23, 28 u. a.). Milch- und Ersatzzähne verhalten sich in dieser Beziehung übereinstimmend. Bei der Abschnürung des Milchschmelzkeimes von der Schmelzleiste werden an der Ablösungspartie, der Labialfläche der letztern, die Cylinderzellen neu gebildet.

Die von Waldeyer und Kölliker beschriebenen und beim Kalbe und Menschen abgebildeten „*Epithelialsprossen*“ des äusseren Schmelzepithels sind keine allgemein vorkommenden Bildungen, da ich sie nur ausnahmsweise angetroffen habe.

Der letzte Punkt, den ich bezüglich des Baues des Schmelzkeimes hervorheben möchte, ist, dass es bei solchen Formen wie Bradypus und Phocaena niemals zur Ausbildung einer wirklichen *Schmelzpulpa* kommt. Dass dieser Umstand eine rückschrittliche Entwicklung bezeichnet, kann im Hinblick auf die bekannte Beschaffenheit des Zahnsystems der genannten Thiere keinem Zweifel unterliegen. Befremdend ist es allerdings, dass die Zähne bei Balaenoptera mit typischer Schmelzpulpa ausgestattet sind. Die bei Tatusia und Bradypus beobachtete zeitige Rückbildung der Cylinderform der Zellen des inneren Schmelzepithels steht jedenfalls in unmittelbarer Beziehung zu dem Umstande, dass bei diesen Thieren kein Schmelz gebildet wird. Wenn auch das Ausbleiben der Schmelzbildung eine secundäre Erscheinung ist, steht doch jedenfalls das Vorkommen solcher nicht Schmelz-bildender Schmelzkeime in bestem Einklange mit der durch andere Thatsachen immer mehr sich befestigenden Ansicht (vergleiche oben pag. 8), dass die wichtigste und wahrscheinlich auch die primäre Aufgabe des Schmelzkeimes die formbildende ist, dass er „die Matrize für die spätere erst durch die Odontoblasten zu beschaffende Dentinmasse“ abgiebt, ebenso wie ja der erste Anstoss zur Zahnbildung vom Epithel ausgeht.

Auf einer gewissen Ausbildungsstufe **fängt der Schmelzkeim an, sich von der Schmelzleiste abzuschnüren,** und zwar fällt das Anfangsstadium dieses Emancipationsaktes mit der Erreichung des glockenförmigen Stadiums, oder genauer: mit der Entstehung der Schmelzpulpa zusammen. Es manifestirt sich diese Abschnürung zunächst in dem Hervortreten des tiefen Endes der Schmelzleiste und zwar auf Frontalschnitten in Form des unter der Benennung „*Knospe*“ oder „*Spross*“ bekannten Gebildes, welches zuerst am vorderen und hinteren Ende, allmählig auch im mittleren Theile des Schmelzkeimes sichtbar wird. Da, wie bereits erwähnt, die Differenzirung des Schmelzkeimes ausschliesslich oder doch vorzugsweise an der labialen Fläche der Schmelzleiste erfolgt, so ist auch von vorneherein zu erwarten, dass das tiefe Ende der Schmelzleiste lingualwärts vom Schmelzkeim auftritt. Ist also jene „Knospe“, welche von demselben verdichteten Mesodermgewebe, welches das Zahnsäckchen bildet, umgeben ist (Fig. 9, 10), nichts anderes als das zuerst sichtbare Product des Abschnürungsprocesses des Schmelzkeimes von der Schmelzleiste, so legt

schon diese Thatsache den Schluss nahe, dass die „Knospe“ nicht, wie noch mehrfach auch von den neuesten Autoren angegeben wird, an und für sich identisch mit einem Schmelzkeim, respective einer Zahnanlage sein kann. Dieses geht auch daraus hervor, dass, wie die vorstehenden Untersuchungen lehren, die Entstehung einer „Knospe“ nicht an eine bestimmte Dentitionsreihe gebunden ist: sie tritt nicht nur neben den typischen Milchzähnen sondern auch neben solchen Zähnen auf, die in der Regel ohne Nachfolger sind wie die Ersatzzähne (Fig. 55, 78, 79 u. a.) und die Molaren (Textfig. 2). Wir sind also weder berechtigt das freie Schmelzleistenende neben einem Schmelzkeime noch das Ende der Schmelzleiste zwischen zwei Schmelzkeimen ohne weiteres als die Anlage eines Ersatzzahnes anzusprechen. Hier möchte ich ausdrücklich betonen, dass noch keineswegs durch directe Beobachtungen festgestellt ist, dass bei allen Ersatzzähnen ein Theil der Schmelzleiste vom Keim abgeschnürt wird. Speciell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben festzustellen, ob die Schmelzleiste nicht möglicherweise bei der Bildung einiger Zahnanlagen völlig aufgebraucht wird, so dass keine Abschnürung erfolgen kann. Ich kann hier nur feststellen, dass ich bei allen Zahnanlagen, welche sich auf einer solchen Entwicklungsstufe (d. h. auf dem Anfange des glockenförmigen Schmelzkeimstadiums) befanden, dass überhaupt das Hervortreten einer solchen Knospe zu erwarten war, dieselbe angetroffen habe.

Steht es somit fest, dass das Auftreten einer „Knospe“ zunächst nur den beginnenden Abschnürungsprocess des Schmelzkeimes von der Leiste kennzeichnet, ohne dass dadurch unbedingt ein neuer Zahn zu Stande kommt, so können wir anderseits constatiren, *dass ein solcher Abschnürungsprocess die nothwendige Voraussetzung für das Zustandekommen eines neuen Schmelzkeimes ist:* aus dem Abschnürungsproducte entwickelt sich in dem einen Falle ein neuer Zahn, in dem andern kann dieses Product, „die Knospe“, zu Grunde gehen, ohne einen solchen ins Leben gerufen zu haben. Die Vorbedingung für den ersten Fall ist, dass nach Bildung der älteren Schmelzkeime noch genügend Schmelzleistenmaterial übrig ist, um eine neue, jüngere Dentition entstehen zu lassen. Die Berechtigung dieser Auffassung erhellt zunächst aus den Verhältnissen bei der Mehrzahl der niederen Wirbelthiere mit ihrer breiten, tiefen Schmelzleiste, aus welcher sich successive eine grössere Anzahl Dentitionen herausbilden, wo die einzelnen Zahngenerationen einen verhältnissmässig geringen Theil der Leiste verbrauchen und desshalb beim Abschnürungsprocess der linguale Theil der letztern in ganz anderem Volumverhältniss zur Zahnanlage als bei den Säugethieren zu stehen kommt. Auch die Befunde bei einzelnen Säugethieren bieten Belege hierfür. Ich erinnere an das Verhalten kleiner (reduzirter) Zähne während ihrer Ablösung von der Schmelzleiste: die Schmelzleiste ragt mit ihrem freien Ende ebenso tief oder tiefer in das Mesoderm ein als der Schmelzkeim wie z. B. beim rudimentären obern Cd von Erinaceus (Fig. 41, 42) und bei den Milchzähnen von Talpa. Wir erhalten Bilder, welche lebhaft an das Verhalten bei vielen Reptilien z. B. Iguana (vergleiche meine Arbeit VI, Fig. 4) erinnern. Solche Befunde bestätigen auf das entschiedenste unsere Auffassung, dass zwischen den Vorgängen bei der Zahnbildung der Reptilien und Säugethiere nur ein gradueller, kein qualitativer Unterschied besteht, sowie dass dieser Unterschied vornehmlich durch die meist grössere Ausbildung des Zahnindividuums bei den Säugethieren verursacht wird. Ferner ist bei solchen Formen, welche wie Phoca und Desmodus sowohl in der ersten als der zweiten Dentition sehr schwache Backenzähne haben, der von diesen Zähnen abgeschnürte Theil der Schmelzleiste relativ stärker als bei den Zähnen der übrigen von mir untersuchten Säuge-

thiere[1]); es erhalten sich nach Erzeugung der schwachen Prämolaren des Ersatzgebisses bei Phoca und Desmodus stärkere, angeschwollene „Knospen" lingualwärts von diesen Zähnen, wodurch eine grössere Prädisposition für das Zustandekommen einer dritten Dentition als sonst gegeben ist (vergleiche oben pag. 68, 79, Fig. 74, 94, 95). Wie directe Untersuchungen darthun, können auch in der That aus diesen für den Aufbau der Prämolaren nicht verbrauchten Theilen der Schmelzleiste ausgebildete Zähne hervorgehen (vergleiche unten). Von diesem Gesichtspunkte aus wird uns auch die Thatsache verständlich, dass in der Regel die Molaren keine Ersatzzähne haben: für diese im allgemeinen durch ihre bedeutendere Grösse ausgezeichneten Zähne wird meistens ein so grosser Theil der Schmelzleiste verbraucht, dass für die Entwicklung von Ersatzzähnen kein genügendes Material übrig bleibt — einstweilen abgesehen von anderen mitwirkenden Umständen. Diese Ansicht wird auch durch die Ausnahmen unterstützt: sind die Molaren besonders schwach, so können sich Ersatzzähne ausbilden: siehe unten.

Fassen wir die obigen Darlegungen kurz zusammen: das durch die Emancipation des Schmelzkeimes freigewordene Schmelzleistenende bildet an und für sich nur die Voraussetzung für die Entstehung einer Zahnanlage; je bedeutender dieser Schmelzleistentheil ist, desto grösser ist die Prädisposition für die Bildung eines neuen Zahnes. Und wir können hinzufügen: ist dieses Schmelzleistenende wirklich kolben- oder knospenförmig angeschwollen und von einem Zahnsäckchen umgeben, erst dann ist diese Möglichkeit als realisirt zu betrachten, erst dann können wir von einer (knospenförmigen) Schmelzkeimanlage reden, einerlei ob diese Anlage sich später weiter entwickelt oder nicht.

In diesem Zusammenhange werden uns auch diejenigen *Zahnanlagen* verständlich, *welche sich unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel anlegen*, so dass man keine oder nur eine äusserst kurze Schmelzleiste oberflächlich von denselben unterscheiden kann, mit andern Worten: Zahnanlagen, bei denen die Schmelzleiste in ihrer ganzen Tiefe in den Schmelzkeim eingeht. Nun finden wir aber, dass alle diese Zähne: mehrere Ante-Molaren bei Erinaceus (pag. 38), alle Ante-Molaren bei Soricidae (pag. 48), die meisten derselben bei Didelphys (pag. 85), P 1 bei Canis und Phoca (pag. 72), sich an einem Theile der Schmelzleiste entwickeln, wo in der Regel kein Zahnwechsel stattfindet. Da die Schmelzleiste an der betreffenden Stelle nur einen Zahn zu produziren hat, ist sie kürzer, was die abweichende Lage des Schmelzkeimes bedingt.

Meine Untersuchungen legen auch die Annahme nahe, dass *das Fortdauern des Zusammenhanges zwischen Mundhöhlenepithel und Schmelzleiste eine fortgesetzte Zeugungsfähigkeit der letzteren bekundet:* in der betreffenden Region ist die Zahnbildung noch nicht abgeschlossen. So finde ich, dass bei Erinaceus oberflächlich von den Ante-Molaren ohne Zahnwechsel die Schmelzleiste sich schon zu einer Periode vom Mundhöhlenepithel ablöst, wo besagte Ante-Molaren noch auf dem kappenförmigen Schmelzkeimstadium stehen[2]), während oberflächlich von denjenigen Zähnen, welche Nachfolger haben, besagter Zusammenhang bedeutend länger bewahrt bleibt. Lehrreich ist auch das Verhalten bei Didelphys (vergleiche oben pag. 88), wo auf Stadium C die ausgiebigste

[1]) Immerhin ist es im Hinblick auf das Verhalten des obern J 1 bei Desmodus (siehe oben pag. 79) denkbar, dass auch andere Factoren als die Schwäche der Zähne hier eine Rolle spielen.

[2]) Nur der obere J 3 macht eine Ausnahme.

Verbindung zwischen Mundhöhlenepithel und Schmelzleiste oberflächlich von der Anlage des P d 3, also des „Wechselzahnes", vorhanden ist, während auf diesem Stadium in der Region der persistirenden Milchzähne kein oder nur ein äusserst schwacher Zusammenhang existirt. Zu Gunsten dieser Auffassung spricht auch das Verhalten bei niederen Wirbelthieren mit länger dauernder und reichlicher Zahnproduktion. So finde ich z. B. bei einem ziemlich grossen Exemplar von Lacerta die starke Schmelzleiste noch überall im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel; auch bei Iguana habe ich (VI, pag. 797) nachweisen können, dass selbst auf späten Entwicklungsstadien die Schmelzleiste nicht wie bei Säugethieren durchlöchert ist.

Wir halten also, wie Baume zuerst nachgewiesen und die Mehrzahl der späteren Forscher bestätigt hat, daran fest, dass die „Ersatzzähne" nicht Abkömmlinge der „Milchzähne" sind, sondern dass beide aus der gemeinsamen Schmelzleiste hervorgehen[1]). Wir können dieses Verhalten näher dahin präcisiren, dass jeder jüngere Zahn sich lingualwärts von dem älteren aus dem abgeschnürten Schmelzleistenende entwickelt.

Müssen wir also die ältere Anschauung von einem *genetischen* auf einer Abkömmlingschaft beruhenden *Zusammenhange zwischen den entsprechenden Zähnen verschiedener Dentitionen*, als endgültig beseitigt betrachten, so giebt es dennoch einen Connex zwischen besagten Zähnen, worauf ja schon die meistens ähnliche Form derselben hindeutet. Dieser Connex ist offenbar darauf zurückzuführen, dass die einander entsprechenden Zähne der verschiedenen Dentitionen unter gleichartigen mechanischen Einflüssen entstehen und sich entwickeln. Der Zusammenhang zwischen dem Milch- und seinem Ersatzzahne ist also, wie dies vor bald 20 Jahren Hensel auf Grund anatomischer Thatsachen aussprach, ein rein lokaler. Die morphologische Unabhängigkeit besagter Zähne aber erhellt besonders klar aus solchen Fällen, wo Form und Function der einzelnen Componenten des Gebisses scharf specialisirt sind, wie uns dies in der greifbarsten Weise bei den Raubthieren entgegentritt. Hier entsprechen bekanntlich der Reisszahn, Mahlzahn u. s. w. im Milch- und Ersatzgebiss nicht einander, sondern es wird z. B. im Oberkiefer der Reisszahn des Milchgebisses durch einen permanenten Lückenzahn und der Mahlzahn des Milchgebisses durch den Reisszahn des permanenten Gebisses ersetzt. Dieses Verhalten ist offenbar dadurch bedingt, dass der Platz der homotypischen Zähne im jugendlichen Kiefer ein anderer als im älteren ist und die Zähne somit unter verschiedenen mechanischen Einflüssen entstanden und ausgebildet sind. Auch das verschiedenartige Gepräge, welches ein hochgradiger Funktionswechsel, verbunden mit Reduction, dem Milchgebisse der Chiroptera aufgedrückt hat, kann nur bei einer vollständigen morphologischen Unabhängigkeit, wie ich sie oben (pag. 74, 81—82) nachgewiesen habe, möglich sein.

Da die jüngere Zahnanlage nicht aus der älteren, sondern direct aus der Schmelzleiste hervorgeht, so ist es kaum zu erwarten, dass sich die erstere immer und nothwendigerweise genau gerade lingualwärts von dem Schmelzkeim des entsprechenden älteren Zahnes anlegt und entwickelt, sie kann vielmehr ebensowohl schief lingualwärts oder im nächsten Zwischenraume entstehen, wie dies in Folge Raummangels besonders dann leicht eintrifft, wenn die Mitglieder der älteren Dentition bei der Anlage der jüngern bereits eine gewisse Grösse erlangt haben. Beispiele

[1]) Wie ich oben (pag. 23) nachgewiesen habe, beruht dagegen Baume's Behauptung, dass die „Ersatzzähne" sich aus den noch übrig gebliebenen Resten der Schmelzleiste nahe unter dem „Zahnfleisch" entwickeln, auf einer Verwechslung der wirklich entwicklungsfähigen Anlage mit einem nicht zur Entwicklung kommenden Schmelzkeim.

dieser Art sind im vorhergehenden speciellen Theile beschrieben; ich verweise besonders auf das Verhalten bei Didelphys [1]).

Andere Fragen allgemeiner Natur dürften am leichtesten beantwortet werden können, wenn wir sie im Zusammenhange mit den Beziehungen betrachten, welche zwischen den beiden Dentitionen, die im vorigen als erste und zweite bezeichnet sind, bestehen. Wir gewinnen auf diesem Wege eine präcisere Auffassung von dem, was wir unter Dentition zu verstehen haben, durch welche Kennzeichen die Dentitionen sich von einander unterscheiden, welche Rückbildungen sie erleiden u. s. w.

Da nun, wie wir gesehen haben, die Zähne der zweiten Dentition keine Abkömmlinge der Zähne der ersten sind, so fragt es sich zunächst, **welche Criterien zu unserer Verfügung stehen, um zu entscheiden, ob in einem gegebenen Falle ein Zahn der ersten oder zweiten Dentition angehört.** Falls der fragliche Zahn einen Vorgänger oder Nachfolger hat, oder präciser ausgedrückt, falls an derselben oder einer entsprechenden Stelle der Schmelzleistenlänge sich zwei Zähne nach einander differenziren, ist diese Frage im allgemeinen leicht zu beantworten. Schwieriger kann die Entscheidung in solchen Fällen sein, wo an der betreffenden Stelle des Kiefers nur ein Zahn erscheint.

Wie ich schon in meinen früheren Mittheilungen (III, IV) nachzuweisen Gelegenheit gehabt habe, reichen die Merkmale, welche man bisher als Criterien für die Entscheidung der Frage, welcher Dentition im letzteren Falle ein Zahn zuzurechnen sei, benutzt hat, oft keineswegs aus. So kann die *Gleichzeitigkeit der Funktion* nicht als unfehlbares Merkmal benutzt werden. Wir wissen z. B., dass bei sämmtlichen Beutelthieren P 3 zusammen mit allen Zähnen der ersten Dentition funktionirt: dass der eine oder andere Ersatzzahn so rasch sich entwickelt, dass er mit einem oder mehreren Milchzähnen zusammen im Gebrauch ist, wie dies beim oberen Eckzahn des Erinaceus der Fall ist.

Oben (pag. 132) ist bereits dargelegt, dass *das Vorkommen einer „Knospe"* d. h. das mehr oder weniger frei hervortretende Schmelzleistenende neben einem Schmelzkeime keineswegs beweist, dass der letztere zur ersten Dentition gehört. Ja, wir können weiter gehen: nicht einmal die Weiterbildung dieser „Knospe" zu einem wirklichen Schmelzkeime berechtigt zu dem Schlusse, dass der mit einer solchen Zahnanlage ausgestattete ältere Schmelzkeim unbedingt der ersten Dentition angehört, da, wie wir aus den obigen Untersuchungen wissen, auch lingualwärts von typischen und unbestrittenen Repräsentanten der zweiten Dentition solche knospenförmige Schmelz-

[1]) Schwalbe (II, pag. 28—31) hat in einer dankenswerthen und anregenden Schrift (Ueber die Theorien der Dentition), welche mir erst zuging, als meine Arbeit bereits abgeschlossen war, dem Alterniren der Zähne beider Serien eine grössere und mehr fundamentale Bedeutung für die Auffassung der Dentitionen zugeschrieben, als ich, wie aus den obigen Erörterungen (vergl. auch pag. 1 3) hervorgeht, diesem Umstande zuerkennen kann. Er führt als Stütze seiner Ansicht auch meine älteren Beobachtungen über die Chiroptera (I, II) an. Hierzu möchte ich bemerken, dass das von mir beobachtete Alterniren der Milch- und Ersatzzähne dieser Thiere zunächst nur die fertigen Zähne betrifft. Ich habe nachgewiesen, dass auf einer gewissen Entwicklungsstufe fast sämmtliche, völlig entwickelte Milchzähne labialwärts und hinter den beinahe fertigen Ersatzzähnen in mehr oder weniger deutlichen Alveolen sitzen. Aber dieser eigenthümliche Fall, dass 50 Zähne und darüber gleichzeitig im Kiefer Platz finden, wird — abgesehen von der geringen Grösse der Milchzähne — eben nur durch diese alternirende Stellung ermöglicht, wesshalb diese Anordnung offenbar secundär erworben sein kann. Auch ist zu bemerken, dass das Alterniren in der Prämolarenreihe auch auf frühen Entwicklungsstadien in manchen Fällen (z. B. im Unterkiefer bei Phyllostoma, siehe oben pag. 76) darauf zurückzuführen ist, dass kein dem Milchzahn entsprechender Ersatzzahn entwickelt ist (oben pag. 81).

keime vorkommen können, welche sich in einigen Fällen zu vollständigen Zähnen ausbilden (vergleiche auch unten).

Dass die verschiedene Tiefe, in welcher ein Schmelzkeim entsteht, kein Criterium in dem vorliegenden Falle abgeben kann, geht aus dem bereits oben (pag. 134) Dargelegten hervor.

Auch das *Entwicklungstempo*, den verschiedenen Zeitpunkt des Fertigwerdens und des Durchbruches eines Zahnes, hat man für die Entscheidung dieser Frage verwerthen wollen. Baume hingegen sieht in diesem Momente einen Beweis gegen die Annahme eines Diphyodontismus und behauptet, dass „gerade diejenigen Zähne früher angelegt werden und durchbrechen, welche eine geringere Entwicklungsstufe erreichen, d. h. die Anlage und Ausbildung erfolgt um so früher, je rudimentärer der Zahn wird.“ Diese Auffassung entbehrt, wie die vorliegenden Untersuchungen darthun, der thatsächlichen Begründung. Ich verweise besonders auf die Erörterungen bezüglich des Hundes (pag. 60), der Katze (pag. 57—58) und des Erinaceus (pag. 34—35) — alle diese Fälle beweisen, dass die zuerst fertigen und durchbrechenden Zähne zu den am höchsten ausgebildeten gehören. Und dies ist sicherlich das gewöhnliche Verhalten, wenn sich auch Ausnahmen nachweisen lassen. Eine solche bildet der auf den Aussterbeetat gesetzte obere Cd bei Erinaceus, welcher völlig rudimentäre Zahn früher fertig wird als alle die übrigen viel stärkeren Mitglieder der ersten Dentition. Für diesen Zahn hat also der obige Ausspruch von Baume seine Gültigkeit. Dagegen passt die Fortsetzung des Baume'schen Raisonnements: „Der frühere Durchbruch ist von einer früheren Fertigkeit, seine frühe Fertigkeit von einer frühern Anlage abhängig,“ schon nicht mehr, denn der besagte Cd wird durchaus nicht früher als die übrigen Zähne der ersten Dentition angelegt. Von den in der vorliegenden Arbeit behandelten Thierformen zeichnen sich Vesperugo serotinus und Bradypus dadurch aus, dass bei ihnen schon vor der Geburt Zähne zum Durchbruch gelangen; bei Vesperugo sind es die Milchzähne, bei Bradypus aber aller Wahrscheinlichkeit nach diejenigen der zweiten Dentition. Die obigen Beispiele, welche leicht bedeutend vermehrt werden könnten, dürften genügen um zu zeigen, dass das Entwicklungstempo eines Zahnes kein brauchbares Criterium für die Beurtheilung der Frage, ob ein Zahn der ersten oder zweiten Dentition angehört, abzugeben im Stande ist.

Dagegen haben wir mit Hinblick auf die unten zu gebende historische Begründung in der *Gleichzeitigkeit der Anlage* ein Kennzeichen, welches, wenn auch durchaus nicht absolut maassgebend, doch weniger Störungen und Anpassungen ausgesetzt ist als die oben angeführten, auf welche frühere Untersucher bei Unterscheidung der Zahnanlagen erster und zweiter Dentition sich vorzugsweise gestützt haben. Dieses Criterium kann man folgendermaassen formuliren: die Anlagen der zu derselben Dentition (Zahngeneration) gehörigen Zähne differenziren sich gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig an der Schmelzleiste. Dass aber dieses Criterium nicht immer als zuverlässig angesehen werden kann, dass auch in der ersten Anlage zeitliche Verschiebungen eintreten können, dürften die Befunde bei Erinaceus beweisen. In einer früheren Arbeit (III) hatte ich, gestützt auf ausschliesslich ontogenetische Befunde und in erster Linie auf die Gleichzeitigkeit der Anlage, die Ansicht begründet, dass bei Erinaceus diejenigen Ante-Molaren, welche nicht gewechselt werden, der ersten Dentition angehören, dass somit bei diesem Thiere während des ganzen Lebens persistirende Ante-Molaren vorhanden sind. Diese Auffassung hat sich einer allgemeinen Zustimmung um so eher zu erfreuen gehabt, als Erinaceus hierdurch zu einem willkommenen Uebergangsgliede zwischen den Marsupialiern, welche nur einen der zweiten Dentition angehörigen Zahn besitzen, und den höheren Placentaliern mit vollständiger zweiter Dentition

wurde. Aber schon in den Nachträgen zu jener Arbeit (IV, pag. 139) sprach ich gegen diese Auffassung einige Bedenken aus, welche eine allseitigere und präcisere Abwägung der ontogenetischen Verhältnisse bei mir hervorgerufen hatte. Nachdem ich nunmehr auch die vergleichend-anatomischen Instanzen im Zahnsystem der Insectivoren in Bezug auf diese Frage einer eingehenderen Prüfung unterworfen habe, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass bei Erinaceus die keinem Zahnwechsel unterworfenen Ante-Molaren ursprünglich der zweiten Dentition angehört, dass sie aber in Folge des Verlustes der entsprechenden Zähne der ersten Dentition ihr Entwicklungstempo beschleunigt haben und so allmählich auch ihrer Anlage nach in die Reihe der ersten Dentition übergetreten sind, um zuerst mit dieser, später zusammen mit den Ersatzzähnen zu funktioniren. Ich betone aber ausdrücklich: von rein ontogenetischem Gesichtspunkte war meine frühere Auffassung durchaus berechtigt; erst der vergleichend-anatomischen Untersuchung war es vorbehalten nachzuweisen, dass hier ein Fall von Cänogenesis vorliegt. Jedenfalls predigt uns dieses Beispiel wieder ein Mal mit allem wünschenswerthen Nachdrucke die Wahrheit, dass die Embryologie allein nicht ausreicht, um morphologische Probleme zu lösen.

Wir können also nicht erwarten, dass die Zähne derselben Dentition in allen Stadien völlig dieselbe Ausbildungsstufe einnehmen. Vielmehr lässt sich nachweisen, dass Zähne, welche unbedingt der zweiten Dentition angehören, durch beschleunigtes Entwicklungstempo ihre Dentitionsgenossen überholen, etwa gleichzeitig mit den Zähnen der ersten Dentition fertig werden und zusammen mit diesen funktioniren. Es kann somit während der Entwickelung ein Uebertritt einzelner Zähne von der einen Dentition in die andere stattfinden, indem die Entwicklung derselben beschleunigt oder gehemmt wird. Es sei hier auf den oberen C und C d bei Erinaceus als ein besonders lehrreiches Beispiel dieser Art verwiesen (pag. 39). Es liegt ferner auf der Hand, dass Zähne, deren verspätetes Auftreten ausschliesslich dem Platzmangel im embryonalen Kiefer zuzuschreiben ist (wie z. B. M 3 [„Weisheitszahn“] verglichen mit M 1 und 2), desshalb nicht zu einer späteren Dentition gerechnet werden können.

Die dargelegten Thatsachen sind nun zum Theil allerdings der Art, dass sie die Frage motiviren: **giebt es bei den Säugethieren überhaupt verschiedene Dentitionen?** sowie: **was ist unter Dentition zu verstehen?**

Während man bisher, von den Verhältnissen bei den höheren Formen ausgehend und ohne den Begriff schärfer zu definiren, das Vorkommen zweier getrennter Dentitionen bei den Säugethieren als feststehende Thatsache angenommen hatte, trat 1882 Baume entschieden gegen diese Annahme auf. Baume ging von der durch den damaligen Thatsachenbestand wohl berechtigten Erwägung aus, dass es eine schwer zu erklärende Erscheinung sei, dass die höheren Säuger ein gut ausgebildetes sogenanntes Milchgebiss besitzen, während man bei tiefer stehenden Formen „eine ganz hübsche Scala des Rudimentärwerdens von verhältnissmässig gut entwickelten bis zu dem schon in utero resorbirten Milchzahn“ nachweisen kann. B. nimmt desshalb an, dass der Monophyodontismus das ursprüngliche bei den Säugethieren ist; der Diphyodontismus hat sich erst innerhalb der Classe ausgebildet. Nach ihm sind „bei den Säugern die multiplen Zahnanlagen der Vorfahren in eine einzige umgewandelt worden.“ Es existirt desshalb nur ein „Scheindiphyodontismus“, darauf zurückführbar, dass „die verschiedenen Producte zu verschiedener Zeit geliefert werden, und zwar die geringeren Producte zuerst, die besseren zuletzt. Ob die schwächeren, hinfälligen Producte als Milch- oder als bleibende Zähne erscheinen, hängt, wie ich

(Baume) gezeigt habe, von Zufälligkeiten ab. So entsteht durch die Zeitdifferenz der Anlage das Bild zweier Dentitionen.“ „Die zwei Dentitionen sind das passendste Arrangement um die ererbten, mehr oder weniger entbehrlichen Zähne, welche nun einmal durch die Macht der Vererbung entwickelt werden, zu verwerthen. Das Auftreten jener schwächern Producte in einer Reihe genügt für dasjenige Thier, dessen Ernährung die Mutter überwacht. Dadurch gewinnen die stark entwickelten, höher specialisirten Ersatzzähne in dem stets wachsenden Kiefer Raum und Zeit für ihre höhere Ausbildung.“ Ich habe die Argumente und Voraussetzungen, auf welche Baume's Auffassung gegründet ist, bei verschiedenen Gelegenheiten sowohl in früheren Schriften (III, IV) sowie in der vorliegenden Arbeit (pag. 23, 30, 58) besprochen und ihre Unhaltbarkeit nachgewiesen [1]).

Während die Baume'sche Theorie von Scheindyophyodontismus von den späteren Autoren — wenn ich von Zuckerkandl absehe, welcher, sich auf Baume's Argumentation stützend, ebenfalls nur eine Dentition bei den Säugern anerkennt — entschieden zurückgewiesen worden ist, hat sie neuerdings Schwalbe (I) in scharfsinnig modificirter Form zur Geltung zu bringen versucht. S. ist zu der Auffassung gelangt, dass beim Menschen die Prämolaren zu derselben Reihe wie die Milchbackenzähne gehören. Während nämlich die „Milch- und Ersatz-Incisiven und -Caninen in horizontaler labio-lingualer Richtung zu einander angeordnet sind, liegen die Prämolaren oder Ersatzzähne der Milchmolaren schon vor Beginn ihrer Verkalkung vertikal über den letzteren, eine Anordnung, die an Bedeutung gewinnt, wenn sich nachweisen lässt, dass bei der ersten Anlage dieser Zähne ein Theil der Zahnleiste eine Verschiebung, Verlagerung erfährt. Ich (Schwalbe) glaube nun, dass aus dem bis jetzt vorliegenden Material eine solche Annahme höchst wahrscheinlich wird.“ Er findet, „dass während der Entwicklung der menschlichen Milchzähne Theile der ursprünglich zwischen je zwei Milchzahnanlagen gelegenen Zahnleiste so verschoben werden können, dass sie auf Schnitten als Ersatzleiste derjenigen Zähne erscheinen, zu denen hin sie seitlich verschoben sind.“ S. kommt zu dem Schlusssatze, dass beim Menschen der Zahnwechsel im Gebiet der Prämolaren ein Scheindyophyodontismus, während er im Gebiete der Schneidezähne und des Eckzahns wirklicher Diphyodontismus ist. Als den Hauptgrund für die Verzögerung des Auftretens der Prämolaren betrachtet S. Raummangel.

Meines Erachtens verdient die von Schwalbe vorgetragene Auffassung im hohen Grade die Aufmerksamkeit der Forscher, wenn auch die bisherigen Untersuchungen betreffs dieses Specialfalles (Mensch) noch keine entscheidenden Belege für dieselbe ergeben haben. S. selbst warnt auch ausdrücklich davor, diese Anschauung ohne weiteres auf alle Säugethiere mit Zahnwechsel auszudehnen, und betont, dass seine Annahme in keiner Weise zu Gunsten eines ursprünglichen Monophyodontismus zu verwerthen ist.

Woodward's (II) Behauptung, dass bei Macropodidae P 3 nicht der zweiten Dentition angehört, sondern, da er an einer Anschwellung des tiefen Randes der Schmelzleiste zwischen den Anlagen des P d 2 und P d 3 entsteht, zu derselben Dentition wie diese gehört, habe ich

[1]) Wie wenig stichhaltig Baume's wiederholte Behauptung ist, dass die schwächeren Zähne zuerst angelegt und fertig werden, illustrirt in glänzender Weise, wie ich hier ergänzend bemerken möchte, der winzige, durchaus rudimentäre obere P d 1 bei Phyllostoma, welcher noch auf dem kappenförmigen Schmelzkeimstadium steht, wenn sämmtliche anderen Milchzähne schon Hartgebilde abgesetzt haben, zum Theil fast ausgebildet sind.

bereits oben (pag. 103) auf Grund eigener Untersuchungen widerlegt. Ich kann desshalb auch in diesem Befunde keine Stütze für SCHWALBE's Auffassung sehen [1]).

Bereits früher (III, IV) habe ich die Auffassung ausgesprochen, dass, wenn wir auch in manchen Fällen im Zweifel sein können, welcher Dentition ein Zahn zuzurechnen sei, und hierfür kein einzelnes unfehlbares Criterium haben, dies doch offenbar nicht als ein Einwand gegen die Annahme von verschiedenen Dentitionen angeführt werden kann. Es lassen sich in der That gute Gründe dafür anführen, dass sich diese Annahme auf einen historischen Vorgang, somit auf eine Realität stützt und keine blosse Schablone ist. Allerdings dürfen wir die Dentition nicht etwa als ein „reihenweises Auftreten", wie BAUME meint, definiren, welche Definition vornehmlich dem Verhalten bei den höheren Säugethieren entnommen ist. Die Dentition ist als Zahngeneration aufzufassen. Wir erkennen darin ein Früher und ein Später, nicht wie BAUME will, den Ausdruck gleichzeitiger aber „verschieden hoch entwickelter Producte." So sind zur ersten Dentition diejenigen Zähne, welche einer historisch früheren, zur zweiten diejenigen, welche einer späteren Entwicklungsstufe angehören, zu rechnen. Die Berechtigung dieser Betrachtungsweise müssen wir also den historischen Thatsachen entnehmen. Die Zähne, welche der ersten Dentition der Placentalier entsprechen, bilden auf dem älteren Stadium: Marsupialia (mit Ausnahme des P 3) die einzige, die persistirende Dentition; die zweite wurde wahrscheinlich erst von den Placentaliern vollständig erworben. Es lässt sich ferner nachweisen, dass bei einer Reihe von Säugern Zähne der ersten Dentition Merkmale von (fossilen) Vorfahren bewahrt haben, während die entsprechenden Zähne der zweiten Dentition abgeändert sind.

Als Belege für diese Behauptung erwähne ich hier nur, wie das Milchgebiss der geologisch jüngeren Merychippus und Protohippus dem definitiven (zweiten) Gebiss des älteren und nahe verwandten Anchitherium näher steht als das definitive (SCHLOSSER II; COPE II). Ferner: beim oberen Reisszahn der zweiten Dentition der modernen Carnivora ist der Innenhöcker meistens bis an den Vorderrand des Zahnes gerückt, während er beim oberen Milch-Reisszahn stets der Mitte des Zahnes näher liegt, in welcher Beziehung der Milch-Reisszahn mit dem permanenten Reisszahne bei der Mehrzahl der schon zu Anfang des Miocäns ausgestorbenen Creodonta, aus denen die Carnivoren hervorgegangen sind, übereinstimmt. In Bezug auf die Erinaceidae habe ich schon früher erwähnt (III), dass das Milchgebiss der modernen Erinaceus-Arten, in manchen derjenigen Punkte, in welchen es von der zweiten Dentition abweicht, sich dem persistirenden Gebiss fossiler Erinaceidae nähert. Endlich mache ich auf die bedeutsame Thatsache aufmerksam, dass bei denjenigen Carnivora, bei denen die Backenzähne der zweiten Dentition in der einen oder anderen Richtung stark modifizirt sind und vom ursprünglichen Gepräge abweichen, wie dies

[1]) KÜKENTHAL's Stellung zu der vorliegenden Frage erscheint mir etwas unklar. Während er in seiner grösseren Arbeit (II, pag. 447, Note 1) ausdrücklich den Diphyodontismus als etwas für die Säugethiere ursprüngliches auffasst, thut er in einem in demselben Jahre gehaltenen Vortrag (V, pag. 405), indem er die Verwachsungshypothese zu stützen sucht, folgenden Ausspruch: „Die Verschmelzung von Zähnen auf einander folgender Dentitionen ist an sich nichts wunderbares. Die zeitliche Differenz des Auftretens ist ja eine durchaus secundäre Erscheinung, und auch bei den höchsten Säugethieren tritt eine Verschmelzung der Anlagen beider Dentitionen bei der Bildung der echten Molaren ein."

Auch RÖSE's Auffassung des Dentitionsbegriffes ist so stark von der Verschmelzungs-Hypothese beeinflusst, dass eine Besprechung der ersteren, ohne gleichzeitige Berücksichtigung der letzteren weder befriedigend noch gerecht ausfallen würde, wesshalb ich auf RÖSE's Schrift XIII (pag. 191) sowie auf meine Darlegungen im folgenden verweisen muss.

der Fall bei Felis, Hyaena, Arctictis u. a. ist, die Backenzähne der ersten Dentition die primitivere Form vollständiger bewahrt haben.

Für die Anschauung, dass die Milchzähne als die Repräsentanten einer älteren Entwicklungsphase mit ursprünglicherem Gepräge zu betrachten sind, sprechen auch jene Fälle, wo eine stärkere Differenzirung des persistirenden Gebisses eine Reduction der ursprünglichen Anzahl verursacht hat. Als ein besonders auffallendes Beispiel erinnere ich an Chiromys, dessen nagerartig specialisirtem, persistirendem Gebiss ein Milchgebiss vorhergeht, welches, wenigstens was die Anzahl der Zähne betrifft, fast ganz mit dem der übrigen Halbaffen übereinstimmt. Auch die grössere Zahnanzahl im Milchgebiss bei den Dasypodidae (siehe oben pag. 117), Adapis u. a. verglichen mit dem persistirenden Gebiss, ist als ein Beleg für die oben ausgesprochene Auffassung anzusehen.

Diese Beispiele, aus einem reichen Thatsachenbestande herausgegriffen, dürften genügen, um zu zeigen, dass die erste Dentition eine historisch ältere Generation als die zweite repräsentirt [1]). Die vollständige Verwerthung dieser Befunde würde uns zu weit in das phylogenetische Gebiet hineinführen und wird desshalb erst in dem zweiten Theil dieser Arbeit erfolgen.

Ferner wird uns durch die Annahme verschiedener Dentitionen bei den Säugethieren der *unmittelbare Anschluss an die polyphyodonten niederen Wirbelthiere* verständlich. Zwar versichert Baume, dass bei Amphibien „von einem reihenweisen Ersatz, von irgend etwas, was als Dentition bezeichnet werden kann, einfach nichts vorhanden ist.“ Wie sich die Amphibien in Bezug auf ein „reihenweises Auftreten“ der Zähne verhalten, lasse ich einstweilen dahingestellt — meiner Meinung nach kann man auch hier in gewissem Sinne von Zahngenerationen sprechen, wenn auch nicht von einem reihenweisen Auftreten —, da dieser Umstand, wie wir gleich sehen werden, keinen Einfluss auf die Frage hat, ob die Annahme von besonderen Dentitionen bei den Säugern reell begründet ist oder nicht. Was die Reptilien betrifft, so zeigen sowohl Röse's Untersuchungen (III) als meine (VI) über Iguana, dass der Zahnwechsel eine ziemlich regelmässige Reihenfolge auf einander folgender Dentitionen erkennen lässt. Dass dieses bei makroskopischer Betrachtung nur schwierig zu constatiren ist, beruht in erster Linie offenbar darauf, dass die Componenten der verschiedenen Dentitionen bei den Reptilien — und dasselbe gilt in noch höherem Maasse von den Amphibien — gar nicht oder wenig durch verschiedene Gestalt von einander abweichen. Immerhin dürften auf diesen Punkt gerichtete, genaue Untersuchungen bei manchen Eidechsen Verschiedenheiten zwischen den älteren und jüngeren Dentitionen aufdecken, denen analog, welche Koken bei Teju teguixin nachgewiesen, bei welcher Eidechse die jüngeren Dentitionen einfacher, weniger differenzirt sind als die älteren. Es ist richtig, dass wir ebensowenig bei den Reptilien wie bei manchen niederen Säugethieren das „reihenweise Auftreten“ an den Begriff der Dentition knüpfen dürfen. Dieses reihenweise Auftreten d. h. die schärfere, zeitliche und räumliche Absonderung der Dentitionen hat sich erst allmählich ausgebildet und zwar als unmittelbare Folge der höheren Differenzirung, der schärferen Sonderung der einzelnen Componenten des Gebisses. Halten wir an dieser Anschauung fest, so gestaltet sich der Zusammenhang der Dentitionsformen niederer und höherer Wirbelthiere in ungezwungenster Weise. Die schon bei manchen Reptilien auftretende, durch Arbeitstheilung hervorgerufene Differenzirung steigert sich bei den meisten

[1]) Schon Vogt hat diese Ansicht ausgesprochen; im entschiedenen Unrechte ist er dagegen, wenn er diesem Factum die Behauptung folgen lässt, dass das Zahnsystem der conservative Theil des „Skelettes“ ist! (vergl. oben pag. 1).

Säugern zu einer immer höheren Individualisirung der einzelnen Zähne. Hiermit hört die Massenproduktion auf; die Schmelzleiste vermag nicht dieselbe Anzahl einzelner Zähne hervorzubringen wie früher, da sie höherwerthige Producte zu erzeugen hat; diese mehr ausgebildeten Zähne werden nicht so rasch verbraucht, treten desshalb in längeren Zeitintervallen auf und passen sich den Anforderungen der verschiedenen Altersstufen vollständiger an als es bei den kurzlebigen, einfacheren Zähnen der niederen Formen möglich war: sie werden sowohl der Form als der Zeit nach immer mehr und mehr different, oder mit anderen Worten: es hat sich ein Zahnwechsel von wenigen, aber in strenger Reihenfolge auf einander folgenden Zahngenerationen ausgebildet. Wir verstehen somit auch, dass gerade bei den Säugethieren mit höchster Differenzirung des Zahnsystems (Carnivora, Primates etc.) die schärfste zeitliche Sonderung d. h. das am deutlichsten ausgeprägte „reihenweise Auftreten" der Dentitionen zu finden sein muss. Dass aber auch bei den Säugethieren Zähne, welche unbestritten der zweiten Dentition angehören, durch ein beschleunigtes Entwicklungstempo ihre Dentitionsgenossen überholen, etwa gleichzeitig mit den Zähnen der ersten Dentition fertig werden und zusammen mit diesen fungiren können, haben wir bereits kennen gelernt (pag. 39, 138). Es kann, wie bereits erwähnt, während der Entwicklung ein sekundäres In-einander-Wachsen ursprünglich getrennter Dentitionen, ein Uebertritt eines Zahnes von der einen Dentition in die andere stattfinden. Die Dentitionen haben somit keine unüberschreitbaren Grenzen, ohne dass dieser Umstand den Begriff der Dentition in der von mir präcisirten Auffassung aufhebt. Ich sehe einstweilen hier ganz davon ab, ob die zweite Dentition der Säuger ererbt ist oder nicht; diese Frage wird uns später beschäftigen und ist auf die hier dargelegte Auffassung des Entwicklungsganges, welcher in jedem Falle sich gleich bleiben muss, ohne Einfluss.

Wir wenden uns nun zu der wichtigen Frage: **in welcher Weise macht sich die Reduktion des Gebisses in den beiden Dentitionen geltend?** Ich erinnere dann zunächst an die beiden schon früher von mir (III, pag. 539) aufgestellten Hauptarten, welche die Reduction des Säugethiergebisses erkennen lässt:

A) Durch die höhere und intensivere Arbeitsleistung, welche einzelnen Theilen des Gebisses auferlegt ist, werden diese differenzirt, höher specialisirt und in Folge dessen andere gänzlich entlastet und desshalb so reduzirt, dass sie allmählich gar nicht mehr zur Ausbildung kommen.

B) Durch Veränderung der Lebens- speciell der Nahrungsweise kann das Zahnsystem als Ganzes oder auch eine seiner physiologischen Abtheilungen überflüssig werden und desshalb der Rückbildung anheimfallen. Dieser Reduktionsmodus wird also dadurch charakterisirt, dass Zahntheile oder Zähne schwinden, ohne dass hierfür ein Ersatz durch die höhere Ausbildung anderer erlangt wird [1]).

Die letztgenannte Reduktionsart culminirt im zahnlosen Stadium, welches wenigstens bei allen gnathostomen Wirbelthieren ein secundärer Zustand ist. Die oben dargelegten Erwägungen

[1]) Wie selbstverständlich die obige Unterscheidung von verschiedenen Arten der Rückbildung auch erscheinen mag, so ist die Confundirung derselben nichtsdestoweniger sehr häufig und hat zu argen Paradoxen geführt. So konnte z. B. BAUME durch die vollständige Verkennung der Natur der Reduktionsvorgänge im Zahnsystem zu dem Resultate gelangen, dass das Gebiss der Wirbelthiere sich in steter Reduktion bis auf Null befindet. Aehnlichen Auffassungen begegnet man auch in manchen Lehr- und Handbüchern.

führen aber auch zu dem Schlusssatze, dass bei den Säugethieren der Monophyodontismus, welchen wir hier als das Auftreten nur einer Reihe verkalkter Zähne präcisiren, sowie jede Vorbereitung zu diesem durch Ausfall eines Zahnelementes bei übrigens diphyodonten Säugern als eine secundäre Erscheinung zu betrachten ist [1]).

Wir fragen nun: *in welches Licht stellen die ontogenetischen Thatsachen diese auf vergleichend-anatomischem Wege erlangte Auffassung?*

Zunächst müssen wir daran festhalten, dass das fast monophyodonte Gebiss der Marsupialia — Monophyodontismus ist natürlich in der eben angegebenen Form zu fassen — selbstredend nicht in diesem Sinne zu deuten ist, da, wie ich oben (pag. 104—105) nachzuweisen versucht habe, hier gar keine Reduktion vorliegt: ein vollständig ausgebildetes Ersatzgebiss hat nie existirt und ausserdem sind „Vor-Milchzähne" vorhanden. Wo aber sonst innerhalb der Klasse der Säugethiere Monophyodontismus auftritt, spricht der zur Zeit vorliegende Thatsachenbestand zu Gunsten der Annahme, dass die erste Dentition verschwunden ist und die zweite persistirt; so höchst wahrscheinlich bei Soricidae und Bradypus. Zweifelhaft sind dagegen die Walthiere: sollte sich Kükenthal's Auffassung bewahrheiten, dass das persistirende Gebiss dieser Thiere der ersten Dentition entspricht, und ist ferner, wie er wenigstens betreffs der Zahnwale annimmt, eine zweite Dentition ursprünglich vorhanden gewesen, so wäre hier also die zweite, nicht die erste Dentition der Rückbildung anheimgefallen; doch dürften die oben (pag. 22—23) von mir erhobenen Bedenken immerhin der Art sein, dass sie eine rückhaltlose Annahme der Kükenthal'schen Deutung verbieten. Wenn meine Auffassung der Entwicklungsvorgänge im Zahnsystem von Erinaceus richtig ist (vergl. oben pag. 39—41), so bildet Erinaceus eine Uebergangsform vom diphyodonten zum monophyodonten Stadium, indem ein Theil der Milchzähne schon völlig unterdrückt, bei anderen (obere J d 3 und C d) die Rückbildung noch im Gange ist. Auch bei den übrigen Erinaceidae haben, wie ich im zweiten Theile meiner Arbeit zeigen werde, einige minderwerthige Zähne der zweiten Dentition keine Vorgänger mehr [2]).

Bekanntlich herrschte bisher grosse Unsicherheit darüber, ob der erste Backenzahn, welcher bei einer grossen Anzahl Säuger nicht gewechselt wird, der ersten oder zweiten Dentition zuzurechnen wäre. Die obigen ontogenetischen Untersuchungen haben, was Canis (pag. 60) und Phoca (pag. 72) betrifft — und diese Thiere sind bisher die einzigen der fraglichen Kategorie, über welche spruchberechtigte embryologische Untersuchungen vorliegen — mit vollkommener Sicherheit dargethan, dass der fragliche Zahn zur zweiten Dentition gehört, womit

[1]) In Bezug auf das gleichzeitige Auftreten von Monophyodontismus und Homodontismus verweise ich auf meine früheren Erörterungen (III, pag. 540—541).

[2]) Hoffmann ist in einer erst nach Abschluss dieser Arbeit erschienenen Schrift zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen, nämlich dass die zweite und nicht die erste Dentition zuerst von der Rückbildung angegriffen wird. Er führt die Edentaten, Zahnwale, Beutelthiere und — verleitet durch meine frühere Deutung (III) — auch Erinaceus an, somit alles Formen, welche, wie oben nachgewiesen entweder keine zuverlässigen Zeugen für seine Ansicht abgeben können oder geradezu derselben widersprechen. Auch der von ihm als fernere Stütze seiner Auffassung angeführte Satz „wenn die endgültige Rückbildung eines Zahnes im Gange oder schon vollendet ist, erhalten sich etwaige Rudimente stets nur in der ersten Zahnserie, während sie in der zweiten gänzlich verschwunden sind", entbehrt, wie meine in den vorhergehenden Kapiteln mitgetheilten Beobachtungen beweisen, der thatsächlichen Begründung.

selbstverständlich die Möglichkeit des gelegentlichen Vorkommens eines P d 1 nicht in Abrede gestellt wird [1]). Die Ursache des Verlustes der genannten Zähne bei Erinaceidae, Canis und Phoca ist leicht zu erkennen: in Folge der für die fraglichen Thiere eigenthümlichen Entwicklungsrichtung sind eine oder einige Regionen des Gebisses in physiologischer Beziehung entwerthet worden, und dieser Umstand hat eine Reduktion zur Folge gehabt, wie ich dies oben (pag. 39—40, 72) näher ausgeführt habe. Diese Reduktion äussert sich in der zweiten Dentition nur in einer geringeren Ausbildung der betreffenden Zähne, während dieselbe in der ersten Dentition völlige Unterdrückung derselben bewirkt hat. An sich ist es auch vollkommen begreiflich, dass, wenn ein Theil des Gebisses überhaupt überflüssig wird, die schwächere, weniger werthvolle erste Dentition früher als die stärkere, besser angepasste zweite schwindet [2]). Dass bei fortgesetzter Reduktion auch P 1 schwindet, dafür bieten zahlreiche Raubthiere u. a. gute Belege. Auch der durch den Schwund der ersten Dentition erzeugte Monophyodontismus bei Bradypus wird von diesem Gesichtspunkte aus verständlich: die Rückbildung des Gebisses als Ganzes hat zunächst die Milchzähne unterdrückt; ob und in welchem Maasse auch das unbeschränkte Wachsthum der persistirenden Zähne zu diesem Resultate beigetragen hat, muss ich unentschieden lassen (vergleiche meine früheren Ausführungen III, pag. 542) [3]).

Ebenso wie die bei Erinaceidae und Carnivora beobachteten Reduktionserscheinungen sind die Verhältnisse bei den Pinnipedia zu beurtheilen: das Gesammtgebiss ist als Kauapparat mehr oder weniger entwerthet, dementsprechend zeigt das Milchgebiss als Ganzes eine starke und zwar stufenweise vor sich gehende Rückbildung (pag. 66—67).

Der Widerspruch zwischen diesen Befunden und dem oben geführten Nachweise, dass sich die erste Dentition durch grössere Ursprünglichkeit vor der zweiten auszeichnet, ist nur scheinbar. Bei den eben angeführten Fällen (Bradypus, Erinaceidae, Carnivora) ist die Rückbildung der Art, dass von ihr beide Dentitionen angegriffen werden; da nun aber die erste schwächer als die zweite ist, so wird jene naturgemäss zuerst unterdrückt, ohne dass dieser Umstand als ein Beweis gegen ihr primitiveres Verhalten im übrigen angeführt werden kann. Sehen wir uns den Fall von Chiromys etwas näher an, so haben hier offenbar beide oben aufgestellte Reduktionsarten ihren Einfluss ausgeübt. In Folge der nagerartigen Ausbildung des einen Schneidezahnes tritt in der zweiten Dentition die Reduktionsart A, also ein Differenzirungsprocess, auf und bewirkt die Unterdrückung anderer Ante-Molaren, während die Reduktionsart B — in diesem Falle eine durch die Nahrungsweise hervorgerufene Entwerthung der Backenzahnreihe — eine gehemmte Ausbildung der Backenzähne zur Folge hat. Auf die erste Dentition

[1]) Da nun P d 1 bei der überwiegenden Anzahl der Säugethiere — auch mancher eocäner — fehlt, so könnte dieser Umstand vielleicht einem Anhänger der Hypothese, dass das Milchgebiss eine neue Zuthat ist, zu der Annahme verleiten, dass dieser Zahn niemals vorhanden gewesen, sondern erst in der Entstehung begriffen ist. Einer solchen Annahme möchte ich die Thatsache entgegenhalten, dass bei einer so alten Form wie Talpa, ferner bei den eocänen Paloplotherium und Palaeotherium (SCHLOSSER III), bei Hyrax (WOODWARD I) u. a. ein P d 1 vorkommt.

[2]) Zu demselben Resultate sind auf vorwiegend speculativem Wege auch ROST sowie SCHLOSSER (III) gelangt.

[3]) Dass übrigens auch der letztgenannte Umstand allein die Unterdrückung von Milchzähnen zu bewirken und somit Monophyodontismus hervorzurufen im Stande ist, dafür bieten die Nager handgreifliche Beweise dar: der Schwund des P d 4 lässt sich innerhalb natürlicher Gruppen Schritt für Schritt verfolgen; so ist er innerhalb der Dasyproctini bei Coelogenys und Dasyprocta gut entwickelt und lange in Gebrauch, während er bei Cavia klein, bei Hydrochoerus völlig rudimentär ist und bei beiden vor der Geburt schwindet. Bei anderen (Myopotamus, Loncheres) soll P d 4 (als verkalkter Zahn) ganz fehlen.

dagegen hat die Reduktionsart A keinen nachweisbaren Einfluss ausgeübt, während die Reduktionsart B nur in ganz beschränkter Weise sich geltend gemacht hat, wesshalb auch die Milchzähne fast ganz in der bei den Halbaffen gewöhnlichen Anzahl vorhanden sind. Also: Bei Bradypus, Erinaceus, Canis und Phoca [1]) greift das die Rückbildung bewirkende Moment beide Dentitionen in etwa gleicher Weise an, die Wirkungen dieses Angriffes aber treten, da die erste Dentition die schwächere ist, in erster Linie an dieser zu Tage, während bei Chiromys die mit Differenzirung verbundene Rückbildung vornehmlich nur das persistirende Gebiss zu beeinflussen vermag, wogegen das Milchgebiss nur in ganz geringem Grade in Mitleidenschaft gezogen wird. Theilweise zu derselben Kategorie wie Chiromys gehört Centetes: dieser hat J d $\frac{3}{3}$ aber J $\frac{2}{3}$, was einfach darauf beruht, dass der untere C eine so bedeutende Ausbildung erlangt, dass der obere äussere J durch ihn völlig verdrängt wird (also Reduktionsmodus A); der geringer entwickelte untere C d stellt dagegen der Ausbildung des entsprechenden Milchschneidezahns kein Hinderniss in den Weg.

Meinem Programme getreu muss ich die Weiterführung der Untersuchung der Reduktionserscheinungen auf den zweiten Theil der Arbeit verschieben. Dass dieselben durchaus nicht nach einer Schablone zu beurtheilen sind, erhellt jedenfalls aus den vorgeführten Beispielen. Ich erinnere nur noch daran, dass wir im speciellen Theile der vorliegenden Untersuchungen Zähne beider Dentitionen in allen Stadien der Rückbildung kennen gelernt haben; vergleiche besonders bei Erinaceus (pag. 39), Phoca (pag. 69), Trichosurus, Phascolarctus, Macropus (pag. 106) u. a. Die Fälle beweisen zur Genüge die Unthaltbarkeit des Röse'schen Ausspruches (XI, pag. 138): „Wenn irgendwo bei einem höheren Vertebraten Zähne zurückgebildet werden, so ist dies immer gleich in solchem Maasse geschehen, dass an der betreffenden Stelle nur noch die Anlage der Schmelzleiste sich findet aber keine Umwachsung von Zahnpapillen mehr."

Nachdem die Schmelzkeime der zweiten Dentition eine gewisse Entwicklung erlangt haben, und die Schmelzleiste schon seit lange zwischen den Zahnanlagen resorbirt ist, fängt sie auch oberflächlich von jenen Schmelzkeimen zu verschwinden an (vergl. Fig. 57), wobei sie sich in Stränge auflösen kann (Fig. 58). Aus diesen können sogenannte *Epithelmyster* oder *Epithelperlen* hervorgehen. Ohne auf diese Gebilde näher einzugehen, erinnere ich nur daran, dass, wie wir gesehen, dieselben ausserdem als Degenerationsprodukte aus Schmelzkeimen hervorgehen können, sowie drittens auch aus Epithelialpartien entstehen, welche niemals mit der Zahnbildung etwas zu thun gehabt haben.

Eine in der vorhergehenden Darstellung nicht behandelte Frage ist: **welcher Dentition gehören die Molaren an?**

Obgleich Owen (III) schon 1868 die Molaren als „a continuation, backward, of the primary or milk series" bezeichnete, hat man bisher die Molaren ohne besondere Diskussion derselben Zahnreihe wie die Ersatzzähne zugezählt. 1886 sprach ich (VIII) gelegentlich der Untersuchung der Gebissentwicklung bei Galeopithecus die Ansicht aus, dass dieselben morphologisch zur ersten Dentition zu zählen seien. In der Folge ist dann unabhängig von meinen Untersuchungen diese Frage ziemlich lebhaft debattirt worden. So rechnet Beauregard die Molaren zur ersten Dentition, während Lataste, dem sich Magitot anschliesst, die ältere Ansicht vertheidigt. Auf Grund des

[1]) Wie das Verhalten der J d 3 und J 3 bei Scalops zu beurtheilen ist (oben pag. 53), muss ich einstweilen dahingestellt sein lassen; C d und C stimmen dagegen mit der angeführten Auffassung überein.

Auftretens des Schmelzleistenendes lingualwärts von M 1 und 2 bei Didelphys rechnet Kükenthal (I) die Molaren zur ersten Dentition. Da K.'s Beweisführung sich lediglich auf die Annahme stützt, dass das Auftreten eines freien Schmelzleistenendes lingualwärts von einer Zahnanlage diese unbedingt zu einem Milchzahne stempelt, und ich die Unzulänglichkeit dieser Argumentation schon oben (pag. 132—135) nachgewiesen habe, brauche ich nicht auf diesen Punkt zurückzukommen. In seiner Arbeit über die Walthiere (II, pag. 448) behauptet er, dass der Hauptunterschied zwischen Molaren und Prämolaren darin besteht, „dass erstere aus beiden verschmolzenen Dentitionen bestehen, während sie bei letzteren getrennt bleiben und jede für sich zur Entwickelung kommt, und ich (Kükenthal) halte daher den so beliebten Streit, ob die Molaren der ersten oder zweiten Dentition zuzurechnen sind, für vollkommen überflüssig." Wir haben ebenfalls im vorigen kennen gelernt, dass Kükenthal etwas später (III) seine Ansicht dahin modifizirt, dass allerdings die echten Molaren „im wesentlichen" zur ersten Dentition gehören, aber zugleich (pag. 110) dass sie „ein Verschmelzungsprodukt der Anlagen erster Dentition mit dem Materiale, aus dem sonst die zweite Dentition entsteht, darstellen." Es scheint mir jedoch, dass dieser zweite Ausspruch einigermassen im Widerspruche mit dem Faktum steht, auf das K. den ersten stützt, nämlich dass ein freies Schmelzleistenende lingualwärts von M 1 vorhanden ist (vergl. auch oben pag. 70). Während Röse die Molaren der Beutelthiere der ersten Dentition zuzählt, betrachtet er in einer seiner neuesten Arbeiten (XIII) dieselben überhaupt als die „seitlichen Endglieder besonderer Dentitionen. So liegt beim Menschen die Dentition, von der Molar 1 das Endglied ist, zwischen der ersten und zweiten Dentition." Doch giebt R. gleichzeitig zu, dass, falls man die Molaren „aus Zweckmässigkeitsgründen in die althergebrachten beiden Dentitionen einreihen will, dieselben zweifellos zur ersten oder Milchzahnserie gerechnet werden müssen." Schwalbe (I) fasst sowohl Molaren als Milchmolaren (beim Menschen) als der ersten und zweiten Dentition gemeinsam angehörig auf, und zwar entspricht die labiale Reihe ihrer Höcker der ersten, die linguale der zweiten Dentition.

In meinen Arbeiten über die Entwicklung des Zahnsystems (III, IV) habe ich meine frühere Annahme zu begründen versucht, dass die Molaren der ersten Dentition angehören, also „Milchzähne ohne verkalkte Nachfolger" sind, welcher Ansicht sich neuerdings Hoffmann auf Grund eigener Untersuchungen anschliesst. Für die Beurtheilung dieser Frage sind die folgenden, in der vorhergehenden Darstellung behandelten Thatsachen von Bedeutung.

Auf das Verhalten zur Schmelzleiste, welches völlig dasselbe ist wie das der Milchbackenzähne — es tritt dies besonders bei Horizontal- und Sagittalschnittserien (Fig. 11, 12, 16) hervor — habe ich früher mehr Gewicht gelegt, als mir jetzt, nachdem sich dieses Criterium bei anderen Zähnen als nicht zuverlässig erwiesen hat, gerechtfertigt erscheint. Dagegen erhellt aus diesen Bildern die wichtige zuerst von Pouchet & Chabry beim Schafe, dann von Röse (I) beim Menschen nachgewiesene Thatsache, dass die Molaren — den älteren Angaben entgegen — sich direct aus der Schmelzleiste differenziren. Dies gilt für alle Säugethiere. Die abweichende Lage der Leiste im Verhältniss zum Schmelzkeim des M 1 und 2 ist bemerkenswerth ohne principiell bedeutungsvoll zu sein: wenn der Schmelzkeim anfängt sich von der Leiste zu emancipiren, kommt das freie Ende nicht neben dem Molaren wie bei den Milchbackenzähnen sondern oberflächlich von demselben zum Vorschein; die freie Spitze ist stets lingualwärts gerichtet (Textfig. 2—4, Fig. 24, 25, 88, 113). Die Ursache dieses Verhaltens, welches sowohl bei Marsupialia als Placentalia vorkommt, ist zweifelsohne in der bedeutenderen Grösse, welche die

Molaren, verglichen mit den vorstehenden Milchzähnen, erlangen, zu suchen. Eine Bekräftigung dieser Deutung giebt die Thatsache, dass da, wo die Molaren schwach sind (z. B. bei Desmodus), das Verhalten zwischen Schmelzkeim und Leiste mehr mit dem bei anderen Zähnen übereinstimmt.

Das Vorkommen eines freien Schmelzleistenendes habe ich wenigstens bei M 1 und 2 an allen von mir untersuchten Formen gefunden; bei mehreren Thieren (Fig. 88, 113, 120) fand ich besagtes Ende deutlich knospenförmig angeschwollen. Dass die Schmelzleiste nicht einmal im Bereiche des letzten Molaren ihre Produktionskraft erschöpft zu haben braucht, beweist das Verhalten bei Scalops, wo die Schmelzleiste mit zahlreichen und starken Anschwellungen sich neben dem bereits glockenförmigen M 3 erhält (Textfig. 12).

In diesem Zusammenhange haben wir auch des Orts der Anlage des M 3 zu gedenken: die Schmelzleiste schwillt noch im Bereiche des M 2 zu einem deutlichen Schmelzkeime (M 3) an, welcher oberflächlich vom M 2 zu liegen kommt (Fig. 26, 33, 80), eine Lage, die offenbar dadurch bedingt wird, dass zur Zeit der Entstehung des M 3 hinter M 2 noch kein Platz im Kiefer ist. Selbstverständlich wird durch diese abweichende Lage, welche den M 3 überall, wo er hierauf untersucht ist (auch bei Didelphys), auszeichnet, die Zugehörigkeit des M 3 zu derselben Serie wie die anderen Molaren nicht in Frage gesetzt.

Den Umstand, dass der hinterste Milchmolar meist grössere Uebereinstimmung mit dem ersten Molaren als mit dem entsprechenden Ersatzzahne darbietet, möchte ich nicht als einen direkten Beweis für die Zusammengehörigkeit besagter Zähne anführen, da diese Uebereinstimmung, wie bereits Winge (I) hervorgehoben hat, eher dadurch veranlasst sein kann, dass der letzte Milchzahn eine Zeit lang eine dem ersten Molaren ähnliche Funktion auszuüben hat.

Wenn somit die bisher angeführten Thatsachen keine stichhaltigen Argumente für die Zugehörigkeit der Molaren zur ersten Dentition abzugeben im Stande sind, so machen dagegen die beiden folgenden Momente diese Annahme im hohen Grade wahrscheinlich:

1) Da alle Thatsachen für die Auffassung sprechen, dass bei den Marsupialia die persistirenden Ante-Molaren (mit Ausnahme des P 3) der ersten Dentition der Placentalia entsprechen, kann man, wie auch Thomas (V) hervorgehoben hat, keinen stichhaltigen Grund für die Annahme anführen, dass bei diesen Thieren die Molaren, welche sich völlig in derselben Weise wie jene anlegen und zusammen mit diesen zeitlebens funktioniren, einer späteren Zahngeneration (also der zweiten) angehören sollten. Da nun die Homologie der Molaren bei Marsupialia und Placentalia nicht wohl bezweifelt werden kann, sind wir zur Annahme gezwungen, dass die Molaren bei allen Säugern der ersten Dentition angehören.

2) Einen direkten Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht giebt das oben (pag. 69) dargelegte Verhalten des M 1 bei Phoca. Faktisch — d. h. wenn es sich um Darstellung des thatsächlichen Befundes handelt — verhält sich dieser Zahn zu seinem Ersatzzahne ganz wie ein Milchzahn. Ist nun, wie kaum zu bezweifeln, M 1 der Phocidae dem M 1 der übrigen Säugethiere homolog, so hat die Annahme, dass M 1 — und desshalb auch M 2 + 3 (+ 4) — der ersten und nicht der zweiten Dentition angehören, eine glänzende Bestätigung gefunden.

Aus diesem Funde, zusammengehalten mit dem oben erwähnten constanten Vorkommen eines freien, manchmal knospenförmig angeschwollenen Schmelzleistenendes lingualwärts von den Molaranlagen, erhellt somit auch, dass eine Verschmelzung von mehreren Zahnserien, wie einige Forscher wollen, im Bereiche der Molaren ebensowenig wie bei den Prämolaren vorkommt; vergleiche auch die Ausführungen oben pag. 70.

Aus den obigen Darlegungen ist es ebenfalls klar, dass „Ersatzgebiss“ nicht identisch mit „persistirendem Gebiss“ ist, da in dem letzteren stets Elemente der ersten Dentition, die Molaren, eingehen.

Wir kommen schliesslich zu der Frage: *Wenn die Molaren Milchzähne ohne verkalkte Nachfolger sind, haben sie jemals solche gehabt?* Die Beantwortung dieser Frage muss natürlich in erster Linie von der Stellung beeinflusst werden, welche wir zu der Alternative einnehmen, ob die zweite Dentition ererbt oder erst von Säugethieren erworben ist. Acceptiren wir die letztere Auffassung, kann die Antwort nicht anders lauten als:

1) Bei Marsupialia und Placentalia mit gut ausgebildeten Molaren liegt und hat wahrscheinlich nie ein Bedürfniss nach einem Ersatze derselben vorgelegen, wesshalb auch bei derartigen Thieren Ersatzzähne für die Molaren niemals vorhanden gewesen sind.

2) Falls nachgewiesen werden kann, dass nur die vorderen Zähne bei Edentaten den Prämolaren der übrigen Säugethiere homolog sind, so werden also bei jenen (Tatusia, Orycteropus) die vorderen Molaren durch Ersatzzähne verdrängt, wie auch solche gelegentlich neben den Molaren bei einigen anderen Säugethieren (wie Phocidae und vielleicht Cetacea) auftreten können, wo die letztgenannten Zähne besonders schwach, respective ebenso schwach wie die Prämolaren sind.

Nimmt man dagegen die zweite Dentition als vererbt an, dann muss man jedenfalls Osborn zustimmen, nach welchem der Zahnwechsel in der Molarregion bei den Edentaten ein primitiver Zustand ist, während er bei den übrigen Placentaliern und den Beutelthieren unterdrückt worden ist.

Mit der Anlage der zweiten Dentition ist die Entwicklungsmöglichkeit nicht erloschen: **es können Repräsentanten einer dritten Dentition auftreten.** Wir haben bereits oben (pag. 136) gesehen, wie bei der Abschnürung des Schmelzkeimes typischer Ersatzzähne (also Zähne der zweiten Dentition) an der Leiste eine Knospe ganz wie bei den Milchzahnanlagen entsteht (Fig. 55, 57, 84, 95, 97 u. a.). Aus diesen Darlegungen ergab sich ferner, dass es eine Vorbedingung für die Entstehung jedes „Ersatzzahnes“ ist, dass noch genügend Schmelzleistenmaterial zu dessen Bildung übrig ist. Dass nun in der That auch aus den Knospen lingualwärts von „Ersatzzähnen“ ausgebildete, nach innen von den letzteren Platz nehmende Zähne einer jüngeren, also einer dritten Dentition, hervorgehen können, habe ich bei Erinaceus (Textfig. 8) und Phoca direkt nachweisen können. Bei auf diesen Punkt gerichteten Nachforschungen werden sich wahrscheinlich solche Fälle als nicht besonders selten herausstellen. Auch beim Menschen ist das Vorkommen von Zähnen der dritten Dentition angehörig mehrfach beobachtet, wenn auch hier eine Verwechslung mit retinirten Zähnen im einzelnen Falle nicht ausgeschlossen ist. Diese Befunde sind desshalb auch vom allgemein biologischen Gesichtspunkte besonders bedeutungsvoll, weil wir hier meiner Auffassung nach einen völlig normalen, progressiven Entwicklungsprocess d. h. einen Fall von Erwerbung neuer Organtheile vor uns haben — ein Fall, welcher bekanntlich nur selten deutlich demonstrirbar ist. Ohne Analogie im Zahnsystem scheint mir ausserdem dieser Vorgang nicht zu sein: wie ich schon früher (III, pag. 532 und oben pag. 105) nachzuweisen versucht habe, ist die sogenannte zweite Dentition oder das Ersatzgebiss erst innerhalb der Säugethierklasse entstanden; die Wiederholung eines solchen Processes d. h. die Entstehung einer neuen Dentition, kann somit auch zukünftig nicht ausgeschlossen sein. Den vorgeführten Thatsachen gegenüber scheint mir also die Annahme vollkommen berechtigt, dass in der That ein

Process schon im Gange ist, durch welchen, falls Bedarf vorliegt — wenn z. B. die zweite Dentition (möglicherweise durch die bei einer grossen Anzahl von Säugethieren bereits eingeleitete Unterdrückung des Milchgebisses) zu zeitig in Anspruch genommen wird — bei den Säugethieren eine dritte Dentition, also ein neues Ersatzgebiss ins Leben treten kann.

Aber selbst mit der dritten Dentition ist die Anzahl der Zahngenerationen, welche bei den Säugethieren vorkommen können, noch nicht erschöpft. Es tritt nämlich am entgegengesetzten Ende der Zahnserien, also vor der hier als erste (Milch-)Dentition bezeichneten Generation noch eine älteste: die **Vor-Milchzähne** auf. Indem ich auf die obigen ausführlichen Darlegungen (pag. 91—92, 99—101, 106) verweise, mag hier nur daran erinnert werden, dass bei Marsupium-Jungen von Myrmecobius, Macropodidae und Phascolarctus unmittelbar unter dem Mundhöhlenepithel im vorderen Kiefertheile und labialwärts von den Zähnen der ersten Dentition kleine, mehr oder weniger rückgebildete, zeitig fertige und vollkommen verkalkte Zähne vorkommen. Wie ich oben (pag. 106) nachgewiesen habe, sind diese Zahnrudimente als Reste eines von niederen Wirbelthieren ererbten Gebisses aufzufassen, welches älter als die bei den Beutelthieren persistirende, der ersten Dentition der Placentalier homologe Zahnserie ist. Ich betonte auch, dass diese Deutung ferner durch die Thatsache gestützt wird, dass die besonders bei Myrmecobius erhaltenen Bilder (Fig. 130) in Bezug auf die Beziehungen der Schmelzleiste des rudimentären Zahnes zur Leiste des persistirenden ebenso sehr von den bei den übrigen Säugethieren vorkommenden Befunden abweichen, wie sie an Zustände bei manchen Reptilien erinnern (Fig. 131). Bei den Placentaliern sind bisher nicht mit Sicherheit verkalkte Zahngebilde, welche diesen Vor-Milchzähnen entsprechen, nachgewiesen worden. Was die rudimentären Zähne mancher Nager sowie die mehrfach beschriebenen schmelzlosen Zahnrudimente des Menschen betrifft, liegt allerdings die Versuchung sehr nahe dieselben mit jenen Vor-Milchzähnen zu homologisiren; doch muss ich mich so lange eines Urtheils über sie enthalten, bis genauere Untersuchungen über ihre Entwicklung vorliegen. Dagegen habe ich bei Didelphys und mehreren Placentaliern leisten- oder knospenförmige Hervorragungen angetroffen, welche in wechselnder Ausbildung ihren Ursprung von dem oberflächlichen Theile der labialen Fläche der Schmelzleiste nehmen. Dieselben sind nur auf den früheren Embryonalstadien beobachtet worden; vergleiche besonders Fig. 3 und 5 (Erinaceus) und Fig. 105 (Didelphys). Die Berechtigung solche Gebilde als letzte Reste der Vor-Milchzähne zu deuten, geht aus den Befunden bei Myrmecobius hervor, bei welchen die Schmelzleistenpartie der verkalkten Vor-Milchzähne (Fig. 127, 129) genau dieselben Beziehungen zu derjenigen des (persistirenden) Milchzahns hat wie die besagten Epithelialsprossen zur Schmelzleiste bei Didelphys und den Placentaliern. Besonders Fig. 130 (Myrmecobius) spricht stark zu Gunsten meiner Deutung, indem sie zeigt, dass bei Myrmecobius das Verhalten der Schmelzleiste auch ohne verkalkte Vor-Milchzähne völlig mit jenen Gebilden bei den Placentaliern übereinstimmt [1]). Kükenthal (II, III) hat bei Phoca und den Bartenwalen Epithelialsprossen gefunden, welche er als Reste von Vor-Milchzähnen deutet (vergleiche oben pag. 123). In welcher Beziehung die von Röse bei ganz jungen menschlichen Embryonen beschriebenen Papillen zu den Vor-Milchzähnen stehen, muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Schwalbe (II, pag. 33) führt einen von Professor Döderlein gemachten Einwand gegen

[1]) Ueber die lingualwärts von der Schmelzleiste ausgehenden Sprossen siehe pag. 43.

meine Annahme einer prälactealen Dentition an, nämlich, „dass jene Rudimentärzähnchen gerade bei den Beutelthieren gefunden werden, welche im funktionirenden Gebiss nicht mehr die typische Zahl der Schneidezähne 5, sondern weniger aufweisen, dass sie also zu derselben Reihe gehören wie die funktionirenden und nichts anderes darstellen, als die jeweiligen rudimentär gewordenen Incisivi der betreffenden Art.“ Ganz abgesehen von den Lageverhältnissen, den Beziehungen zur Schmelzleiste und dem frühen Fertigwerden der besagten Vor-Milchzähne wird dieser Einwand schon dadurch vollständig entkräftigt, dass, falls man Döderlein's Auffassung acceptiren wollte, man auch zu der Annahme gezwungen würde, dass bei Myrmecobius zwei derselben Dentition angehörige, untere Eckzähne (siehe oben pag. 90), vorkommen! Auch Schwalbe's Ansicht, dass man versucht sein könnte, die Milchzähne der Chiroptera als prälacteale Reihe zu deuten, wird entschieden durch alle ontogenetischen Thatsachen (vergleiche oben pag. 74—82) widerlegt; auch die Consequenz dieser Annahme: die bleibenden Zähne der Fledermäuse, mit der Milch-Dentition zu homologisiren ist ebenso unwahrscheinlich wie die Thatsache, dass die Vor-Milchzähne gerade bei dieser mit scharf differenzirtem, persistirendem Gebiss versehenen Säugethierordnung am besten ausgebildet wären und funktioniren sollten, was selbst bei den Beutelthieren nicht der Fall ist. Kurz: wenn man Schwalbe's Vermuthung acceptirte, wäre das Zahnsystem der Chiroptera, da es ausserdem nicht einen einzigen Zahn der zweiten Dentition aufzuweisen hätte, ursprünglicher als irgend ein anderes Säugethiergebiss.

Fassen wir die hier vorgetragenen Beobachtungen kurz zusammen, so erhalten wir folgende **Uebersicht des Entwicklungsganges der vier bei den Säugethieren vorkommenden Dentitionen (Zahngenerationen)**, welche — unabhängig von der bisher gebräuchlichen, von der Annahme nur zweier Dentitionen bei den Säugern ausgehenden Nomenclatur — ihrem Alter nach als Dentition I—IV bezeichnet werden können:

A) *Marsupialia* [1]).

Dentition I (= Vor-Milchzähne) kommt im vordern Kiefertheile beim Marsupium-Jungen vor und zwar entweder als vollkommen verkalkte, aber rudimentäre und niemals funktionirende Zähne in wechselnder Anzahl oder nur als Sprossen, welche labialwärts von der Schmelzleiste ausgehen.

Dentition II (= Milchgebiss): völlig ausgebildete Ante-Molaren und Molaren, welche mit Ausnahme des P 3 während des ganzen Lebens persistiren.

Dentition III (= Ersatzgebiss): von diesem hat sich erst ein Zahn (P 3) völlig ausgebildet; die übrigen treten nur als knospenförmige Schmelzkeime beim jugendlichen Thiere auf.

B) *Placentalia.*

Dentition I erreicht nicht mehr das verkalkte Stadium [2]) sondern ist nur durch mehr oder weniger deutliche, oberflächlich von der Labialfläche der Schmelzleiste ausgehende Knospen während des Embryonallebens vertreten.

Dentition II persistirt mit Ausnahme der Molaren bei keinem Placentalier während des ganzen Lebens [3]), ist ausserdem von verschiedenartiger Dauer und Aus-

[1]) Die Monotremata können aus Mangel an verwendbaren Untersuchungen einstweilen nicht berücksichtigt werden.
[2]) Betreffend der Befunde bei Mensch und Kaninchen siehe oben pag. 149.
[3]) Die Frage, ob die Cetacea hiervon eine Ausnahme bilden oder nicht, ist oben (pag. 122, 143) besprochen worden.

bildung, so dass mehrere Reduktionsstufen unterschieden werden können, von welchen wir hier folgende hervorheben:

a) Ein (z. B. P d 1 bei den meisten Säugethieren) oder mehrere Zähne (Erinaceidae) fehlen in verkalktem Zustande gänzlich, ohne dass die Dentition im übrigen rückgebildet zu sein braucht.

b) Die gesammte Dentition II mit Ausnahme der Molaren ist mehr oder weniger rudimentär z. B. Pinnipedia; bei einigen Formen wird sie resorbirt ohne das Zahnfleisch durchbrochen zu haben, also ohne jemals funktionirt zu haben, z. B. einige Phocidae, Nager und Chiroptera.

c) Dentition II ist nur durch einen rudimentären, nie zum Durchbruch kommenden Zahn, repräsentirt (Bradypus?).

d) Dentition II — immer mit Ausnahme der Molaren — ist als verkalkte Zahnserie gänzlich unterdrückt (Soricidae, viele Nager).

Dentition III verdrängt und ersetzt alle Ante-Molaren der Dentition II und ist zusammen mit den Molaren beim erwachsenen Individuum die allein funktionirende Zahnserie[1]); vielleicht hat sich bei einigen Formen mit ebenso schwachen Molaren wie Prämolaren (Orycteropus, Tatusia) im vordern Theile der Molarserie eine Dentition III ausgebildet.

Dentition IV ist meistens nur als lingualwärts von den Zähnen der Dentition III auftretende mehr oder weniger starke Knospen vorhanden; manchmal gehen aus diesen Knospen vollkommen ausgebildete Zähne hervor.

Die Genese der vier Zahngenerationen können wir uns nach dem Standpunkte unserer jetzigen Kenntnisse folgendermaassen vorstellen: Bei dem Uebergange des Reptilien-ähnlichen Gebisses der Säugethiervorfahren in dasjenige der uns bekannten ältesten Säugethiere[2]) konnten in Folge des Differenzirungsprozesses nicht alle Dentitionen mit hinüber genommen werden: die Polyphyodontie machte einer Oligophyodontie Platz. Von diesen ererbten Zahngenerationen ist im Laufe der Stammesentwicklung die älteste (Dentition I) völlig funktionslos geworden, so dass sie heute nur noch in Resten — am vollständigsten, wie zu erwarten, bei einigen der niedrigsten bekannten Säuger — auf frühen ontogenetischen Stadien vorhanden ist, während die nächste (Dentition II) sich den neuen Forderungen anpasste und funktionirte ohne gewechselt zu werden. Bei höherer Ausbildung machte sich in der Folge das Bedürfniss eines Ersatzes der am längsten in Gebrauch stehenden vorderen Zähne (Ante-Molaren) geltend: es entstand — vielleicht in dem Maasse als Dentition I funktionslos wurde — als ein Neuerwerb der Säugethiere die Dentition III, welche bei den Placentaliern ungehemmt sich entwickelte, während sie bei Marsupialia in Folge der diesen Thieren eigenthümlichen Brutpflege nur unvollständig zur Ausbildung kommen konnte. Gewissermaassen als ein „Zukunftsgebiss“ ist die noch in ihrer ersten

[1]) Wie oben (pag. 68) angegeben, ist bei Phocidae bisher keine Vermehrung der Zahnreihe durch retardirte Milchzähne nachgewiesen worden. Nachträglich sei hier jedoch bemerkt, dass ich neuerdings bei einem Schädel von Phoca foetida labialwärts vom unteren P 2 einen stark abgekauten, grossen Milchzahn (also P d 2) vorgefunden habe. Ein nennenswerther Einwand dürfte aber dem obigen Ausspruche aus einem solchen Befunde kaum erwachsen.

[2]) Vergleiche bezüglich dieses Punktes des Näheren in meiner früheren Arbeit III, pag. 536—539.

Ausbildung begriffene Dentition IV zu betrachten. Ueber die gleichzeitig mit dieser Differenzirung sich vollstreckende schärfere zeitliche Sonderung verweise ich auf das oben pag. 141 Gesagte.

Ich bemerke hierzu:

1) Also weder die Ansicht, dass der Monophyodontismus, noch diejenige, dass der Diphyodontismus in der althergebrachten Auffassung (Dentition II + III) das ursprüngliche bei den Säugethieren ist, entspricht meiner Meinung nach dem heute vorliegenden Thatsachenbestande. Als ursprünglich für die Säugethiere haben wir vielmehr ein Gebiss zu betrachten, in welchem (mindestens) zwei Dentitionen nach einander auftreten, also einen Diphyodontismus, welcher durch das Vor-Milch- (I) und das Milchgebiss (II) repräsentirt wird, aber nicht durch Milch- (II) und Ersatzgebiss (III), welch letzteres ich als eine neue Zuthat des Zahnsystems der Säugethiere auffasse und das somit kein Homologon bei den niederen Wirbelthieren hat [1]). Acceptiren wir die hier vorgetragene Auffassung, so schwinden also die Schwierigkeiten, welche die Marsupialia und die Säuger der Secundärzeit uns bisher bereitet haben [2]).

2) Wichtig für die Beurtheilung der ursprünglichen Bedeutung der Dentition II (des Milchgebisses) ist auch die lange Persistenz, durch welche diese Dentition sich bei einigen der niedersten Säugethiere noch heute auszeichnet, und wodurch sie ihre grössere funktionelle Bedeutung bei diesen bekundet. So wird nach Hensel bei Didelphys Pd 3 sehr spät gewechselt, im weiblichen Geschlecht erst nach der ersten Schwangerschaft. Innerhalb der alten Insektivorenfamilie der Centetidae funktioniren bei Ericulus (Thomas III), Hemicentetes und Microgale die Ante-Molaren der Dentition II zusammen mit allen Molaren und werden — wenigstens bei Hemicentetes — erst gewechselt, wenn das Thier vollständig ausgewachsen ist. Die gleiche Bedeutung muss man wohl auch der Thatsache zuschreiben, dass, wie Filhol nachgewiesen und ich bestätigen kann, bei dem eocänen Eurytherium minus sämmtliche Molaren zusammen mit dem Ante-Molaren der Dentition II im ausgebildeten Kiefer funktioniren, während bei den heutigen Artiodactylen die Milch-Ante-Molaren bekanntlich viel früher verschwinden. Diese Beispiele bekräftigen also ihrerseits die oben ausgesprochene Auffassung, indem sie entschieden darauf hindeuten, dass die jetzt nur noch temporäre Dentition II einstmals wichtigere, bleibende Funktionen gehabt hat. Zugleich widerlegen dieselben Baume's Behauptung, dass eine vollständige Scala des Rudimentärwerdens des Milchgebisses von höheren zu niederen Säugethieren vorhanden sein soll.

3) Auch die Ergebnisse unserer Untersuchung über die Reduktionsvorgänge im Zahnsystem (vergl. oben pag. 143) stehen im schönsten Einklange mit der Auffassung der Dentitionen als Zahngenerationen, indem zuerst die älteste (Dentition I), dann Dentition II und, erst wenn das Zahnsystem überhaupt entwerthet wird, die von den Säugethieren neuerworbene Dentition III der Rückbildung anheimfällt.

In einer früheren Arbeit (III) habe ich, gestützt auf allgemein morphologische Erwägungen,

[1]) Vogt scheint derselben Ansicht zu sein, wenn er sie auch nicht näher begründet. Auch Wortman soll nach Schlosser (III, pag. 12) sich dieser Annahme zuneigen, zu der ihn aber ein nicht mehr haltbarer embryologischer Ausgangspunkt geführt hat.

[2]) Schwalbe (II, pag. 19) nennt mich als einen der Vertreter der Ansicht von einem primären Monophyodontismus bei den Säugethieren; aus meiner früheren Arbeit (III, pag. 533) hätte S. jedoch entnehmen können, dass ich mich entschieden gegen jene Ansicht ausgesprochen habe.

P. P.

Durch ein Versehen der Buchdruckerei blieb in der Schlusslieferung von **Leche, Prof. Dr. W.,** Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethiere (Bibliotheca zoologica, Heft 17 III.) auf Seite 152 die letzte Textzeile weg, sodass der Anschluss auf Seite 153 nicht vorhanden ist.

Indem ich am Fusse dieses Cirkulares betreffende Zeile anfüge, bitte ich höflichst, solche gefälligst abtrennen und an massgebender Stelle einkleben zu wollen.

Mit dem Ersuchen, das Vorkommnis gefälligst zu entschuldigen, zeichne

Stuttgart, Mai 1895.

Hochachtungsvoll

Erwin Nägele
Verlagsbuchhandlung.

---

nachzuweisen versucht, dass die *Homodontie* bei allen bisher bekannten Säugethieren kein primi-

tives Merkmal des Säugethiergebisses, sondern vielmehr durch einen sekundären regressiven Entwicklungsprocess entstanden ist. Die ontogenetischen Untersuchungen haben nun diese Auffassung vollständig bekräftigt: das Gebiss bei Bradypus und Tatusia, welches als typisch homodont betrachtet wird, ist im Embryonalzustande schwach aber deutlich heterodont.

Kann eine Vermehrung der Zahnanzahl bei den Säugethieren stattfinden? Gewichtige Stimmen, wie die von Kowalewsky, Schmidt und Schlosser (II), haben sich entschieden dahin ausgesprochen, dass die Zahl der Zähne — und der Skelettheile (Kowalewsky) — bei den Säugethieren zwar abnehmen, niemals aber zunehmen kann; Schmidt glaubt, dass eine Vermehrung der Zähne innerhalb der Klasse der Säugethiere niemals stattgefunden hat. Folgende Thatsachen veranlassen mich eine abweichende Ansicht zu vertreten.

Zunächst ist allgemein anerkannt, dass im Laufe der geschichtlichen Entwicklung einzelne Zähne bei den Säugethieren sich progressiv ausgebildet haben, was also damit gleichbedeutend ist, dass neues Zahnmaterial zugekommen ist. Schon dieser Umstand berechtigt zu dem Analogieschlusse, dass auch neue entwicklungsfähige Schmelzkeime aus der Schmelzleiste entstehen können. Direkte Beobachtungen bestätigen dies: bei mehreren Säugethieren sind — abgesehen von den Anlagen der regelrecht bei dem betreffenden Thiere auftretenden Zähne — Schmelzkeimähnliche, von der Schmelzleiste ausgehende Gebilde oft in grosser Anzahl (vergleiche Kollmann's und Röse's Beobachtungen beim Menschen) nachgewiesen worden. Die überwiegende Mehrzahl derselben muss zu Grunde gehen. Ich sehe hierin den Ausdruck eines kaum bei einem anderen Organe in so greifbarer Weise hervortretenden Entwicklungsgesetzes: *ebenso wie jeder Organismus weit mehr Abkömmlinge erzeugt, als zur Geschlechtsreife gelangen können, werden während der Ontogenese weit mehr Schmelzkeime angelegt, als zur Ausbildung kommen können.* Nun versteht es sich aber von selbst, dass, falls ein Zuwachs in der Zahnzahl dem Thiere vortheilhaft sein kann, falls durch secundäre Verlängerung der Kiefer Platz entstanden und falls alle mechanischen Voraussetzungen für das Zustandekommen neuer Zähne vorhanden sind, eine oder mehrere dieser „überzähligen" Anlagen, welche sonst resorbirt worden wären, zur vollständigen Reife gelangen können. Es kann somit eine progressive Entwicklung in der Anzahl der Zähne erfolgen, ohne dass man von Atavismus zu reden berechtigt ist. Selbstverständlich kann es im einzelnen Falle schwer sein zu entscheiden, ob Vererbung oder Neuerwerbung vorliegt. Ein in dieser Beziehung lehrreiches Beispiel bieten uns die Phocidae: die so häufig in den jedenfalls secundär verlängerten Kiefern zwischen den vier Prämolaren auftretenden Zähne sind ohne allen Zweifel oft Neuerwerbungen (vergl. oben pag. 68), während das Auftreten des M 2 ebenso unbedingt als atavistisch aufgefasst werden muss. Eine Vermehrung der Prämolaren ist bei Phoca auch von physiologischem Gesichtspunkte verständlich, da eine solche die Greiffähigkeit nur erhöhen kann (vergl. auch oben pag. 66). Ob solche neu hinzukommende Prämolaren, obgleich später entstanden, ebenfalls der Dentition III (dem Ersatzgebiss) zuzuzählen sind, mag unentschieden bleiben; da wohl nicht alle Ersatzzähne von vollkommen gleichem Alter sind, halte ich dies jedoch für wahrscheinlich. Jedenfalls hat dieser Punkt auf die vorliegende Frage keinen Einfluss. Auch für die Zahnwale darf man, gestützt auf die nämlichen Gründe, annehmen, dass bei ihnen ein Theil der Zähne neuerworben ist; dies giebt auch Kükenthal (II) zu, wenn auch nach ihm der Theilungsprocess der Backenzähne in erster Linie in Betracht kommt, sobald es sich darum handelt die grosse Zahnzahl bei den fraglichen Thieren zu erklären.

Einen direkten Beweis dafür, dass in der That innerhalb der Säugethierklasse neue Zähne entstehen können, sehe ich in dem bereits oben nachgewiesenen Auftreten der Dentition IV; jeder Verdacht eines Atavismus ist hierbei ausgeschlossen.

Auf Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen. Doch möchte ich schon jetzt vor verfrühten Verallgemeinerungen warnen, da Vielzahnigkeit nicht bei allen Thieren nach derselben Schablone beurtheilt werden darf. So haben uns z. B. die ontogenetischen Befunde zu dem Schlusssatze geführt, dass Priodon mit seinem Zahn-reicheren Gebiss sich ursprünglicher verhält als Tatusia (vergl. oben pag. 111 und 117); wie aber die Vielzahnigkeit bei Priodon zu erklären ist, muss speciellen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Mir kam es hier nur darauf an festzustellen, dass ontogenetische Thatsachen dafür sprechen, dass die Zahnzahl der Säugethiere zunehmen kann, und dass somit nicht ausschliesslich regressive Entwicklungsvorgänge das Zahnsystem bei den Säugethieren beherrschen, wie man bisher ziemlich allgemein angenommen hat.

Zuletzt habe ich hier noch einer schon von älteren Forschern aufgestellten Hypothese zu gedenken, der man neuerdings durch mehrere eingehende, hauptsächlich embryologische Untersuchungen eine festere Begründung hat verleihen wollen. Ich meine die **Verschmelzungshypothese.** Kurz gefasst besagt dieselbe, dass die mehrhöckerigen Säugethierzähne aus einer Verschmelzung von kegelförmigen Reptilienzähnen hervorgegangen, und dass die beiden Dentitionen (II. und III.) der Säugethiere durch Verwachsung (Zusammenziehung) von mehreren Dentitionen der reptilienartigen Säugethierahnen entstanden sind. Ihren extremsten Ausdruck findet diese Ansicht in einem von Rose wiederholt (I, XII) veröffentlichten Schema, welches die „Entwicklung des menschlichen Gebisses aus einem reptilienähnlichen" versinnlichen soll.

Da dieses Kapitel bereits stärker angeschwollen ist als mir selbst und wohl auch meinen Lesern erwünscht erscheint, so beschränke ich mich hier unter Hinweis auf die obigen Ausführungen darauf meine Stellung zu der fraglichen Hypothese kurz zu präcisiren und meinem Programme getreu dieselbe hauptsächlich vom embryologischen Gesichtspunkte aus zu betrachten. Von diesem aus sprechen vornehmlich folgende Umstände ganz entschieden *gegen* diese Hypothese:

1) Jeder Zahn bei den Säugethieren, gleichviel ob Schneide-, Eck- oder Backenzahn, geht unabänderlich aus einer vollkommen einheitlichen Anlage, dem knospenförmigen Schmelzkeime, hervor; erst im Laufe der weiteren Entwicklung kann eine Complication eintreten, d. h. die Anlage kann mehrspitzig werden. Eine Zahnanlage aus mehreren, ursprünglich getrennten Schmelzkeimen bestehend, wie es jene Hypothese fordert, ist bisher nicht nachgewiesen worden.

2) Dass die Schmelz- und Dentinbildung an der Spitze einer Backenzahnanlage beginnt, wodurch kegelförmige Kappen entstehen, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit Reptilienzähnen haben, ist, wie auch Kükenthal (II) zugiebt, ohne Beweiskraft für die fragliche Hypothese. Denn die Entstehung der harten Zahnsubstanzen muss, wie Scheidt bemerkt, wie andere analoge Entwicklungsvorgänge mit kleinem Ansatz beginnen und allmählich fortschreiten. Und dass es gerade die Kronenspitzen sind, welche zuerst gebildet werden, braucht doch nichts anderes zu beweisen, als dass in Uebereinstimmung mit einem wohlbekannten embryologischen Gesetze die ältesten Theile d. h. diejenigen Theile, welche zuerst in Gebrauch kommen (in diesem Falle also die Kronenspitzen), auch zuerst fertig werden. Eine Hypothese, welche den Bildungsmodus der harten Zahnsubstanzen zu Gunsten einer Entstehung der Säugethierzähne aus einer Verwachsung von kegelförmigen Reptilienzähnen zu verwerthen sich bemüht, begeht einen

Missgriff ähnlich demjenigen, dessen sich die „Wirbeltheorie des Schädels“ in ihrer ersten Phase schuldig machte.

3) Der factisch beobachtete umgekehrte Entwicklungsprocess (Theilung von Backenzähnen in einspitzige Zähne bei den Bartenwalen) betrifft ein Zahnsystem, das in starker Rückbildung begriffen ist. Von solchen Fällen Schlüsse auf einen entgegengesetzten, einen progressiven Entwicklungsgang zu ziehen, ist man um so weniger berechtigt, als beim Gebiss regressive und progressive Entwicklung nach einem verschiedenen Modus erfolgen, worauf ich bereits früher (III, pag. 545) aufmerksam gemacht habe [1]). Der Werth der von Kükenthal (II) bei Phocaena beobachteten Verschmelzung von ursprünglich vollständig getrennt angelegten Zähnen ist dagegen unverkennbar, indem hierdurch die Möglichkeit einer Verwachsung von Zähnen verschiedener Dentitionen unter günstigen Bedingungen nachgewiesen ist.

Die embryologische Forschung hat — von dem eben angedeuteten Fall abgesehen — somit bisher in keiner Weise die Verschmelzungshypothese in obiger Fassung zu unterstützen vermocht. Will man aber den Begriff der Verschmelzung unbedingt beibehalten, so kann man, wie Hoffmann richtig bemerkt, und wie auch ich bereits oben (pag. 142) hervorgehoben habe, sich vorstellen, dass das Schmelzleistenmaterial, welches bei den niederen Wirbelthieren zur Ausbildung einer ganzen Anzahl von Zahnserien verwendet wird, bei den Säugethieren zur Ausbildung von bedeutend wenigeren, dafür aber komplicirteren Zähnen benutzt wird.

Wenn möglich noch entscheidender sprechen die Thatsachen der Paläontologie und vergleichenden Anatomie gegen die Verschmelzungshypothese. Es ist hier nicht meine Aufgabe die schon von anderen wie Osborn und Jaekel dieser Annahme entgegengesetzten phylogenetischen Thatsachen zu besprechen. Ich erinnere nur daran, dass eine progressive Entwicklung des Zahnsystemes innerhalb der Säugethierklasse nicht nur ontogenetisch (vergleiche oben pag. 153) sondern auch paläontologisch nachweisbar ist, wie ausser vielen andern folgende unbestreitbare Thatsachen darlegen: bei den (geologisch) ältesten Säugethieren (Dromotherium, Microconodon, Spalacotherium etc.) findet eine allmählige Vermehrung und Vergrösserung der Kronenspitze statt; bei den Multituberculata haben die Molaren der ältern Formen weniger Spitzen als diejenigen der späteren; bei den ersten Hufthieren geschieht der Zuwachs der Krone durch das nach und nach erfolgende Auftreten neuer Höcker — lauter Thatsachen, die mit der Verschmelzungshypothese unvereinbar sind. Ich erinnere ferner an die beredte Widerlegung der fraglichen Hypothese durch eine Entwicklungsserie, welche allgemein als eine der am sichersten begründeten angesehen wird, die man überhaupt kennt, nämlich an die historische Entwicklung des Elephantengebisses aus demjenigen des Mastodon (allmähliger Uebergang der Joche in Lamellen, Vermehrung der letzteren u. s. w.), gegen welche Thatsache die von Rose (XIII) angeführten Momente aus der ontogenetischen Ausbildung der Elephantenzähne doch gar nichts beweisen.

Uebrigens verkennt Kükenthal (II) keineswegs die hypothetische Natur dieser Ansicht, während allerdings Rose dieselbe bedeutend zu überschätzen scheint, wenn er (VI) von seiner „Theorie“ der Entstehung der Säugerzähne durch Zusammenwachsen mehrerer Einzelzähnchen

[1]) Ein weiterer Fall, den Kükenthal (IV) zur Stütze seiner Ansicht heranzieht: dass bei Phoca barbata die Backenzahnkronen allmählich so stark abgekaut werden, dass schliesslich nur die beiden Wurzeln, die dann ebenso viele Zähne vorstellen sollen (!), übrig bleiben — ein solcher Beweis entzieht sich ernsthafter Discussion. Welche Stütze die von demselben Verfasser (II) beobachteten Fälle bei Dasypodidae der fraglichen Hypothese zu verleihen vermögen, muss ich einstweilen dahingestellt sein lassen; von ontogenetischem Standpunkte habe ich diese Thatsache oben (pag. 107) besprochen.

spricht. Aber ganz abgesehen davon, dass jede gut inspirirte und geschickt vorgetragene Hypothese dadurch nützt, dass sie das Interesse der Forscher für das behandelte Thema erweckt und zu eingehenden Untersuchungen anspornt — und dieses Verdienst kann die moderne Verschmelzungshypothese in vollem Maasse für sich in Anspruch nehmen —, scheint es mir, wie schon erwähnt, wahrscheinlich, dass in der That Verschmelzung und Theilung der Zähne bei der geschichtlichen Entwicklung des Gebisses eine Rolle gespielt haben, wenn auch diese Vorgänge nicht entfernt jene fundamentalen Resultate erzielt haben, welche die Anhänger der besagten Hypothese denselben zuschreiben. Falls Kükenthal in dem Ausspruche, womit er seine grosse Arbeit über die Walthiere (11) abschliesst: „eines der wesentlichsten Momente zur Bildung der Säugethierbackzähne beruht in der Verschmelzung ursprünglich selbständig für sich existirender conischer Einzelzähne", das Wörtchen „wesentlichst" streichen wollte, glaube ich, dass man ihm auf dem heutigen Standpunkte unserer Kenntnisse zustimmen könnte.

Werfen wir schliesslich einen Blick zurück auf die Leistungen der Ontogenie im Dienste der Morphologie des Zahnsystems, so können wir uns allerdings nicht verhehlen, dass die hochgespannten Hoffnungen, welche man vielfach an den erstgenannten Forschungszweig geknüpft hat, sich bisher nur in bescheidenem Maasse erfüllt haben. So sind die Erwartungen, welche mancherseits gehegt wurden, durch die Ontogenie Aufschluss über die Entstehung des Säugethierzahnes aus dem der niederen Wirbelthiere zu erhalten, wenigstens bisher völlig getäuscht worden. Auch können, wie in der vorhergehenden Darstellung nachgewiesen worden, die ontogenetischen Thatsachen, wenn diese allein als Prämisse morphologischer Schlüsse verwandt werden, zu argen Irrungen führen. Wollte man aber die Schuld dafür der Ontogenie zuschreiben, so würde dies eine ebenso grosse Verkennung der Forschungsmethode und des Forschungsstoffes kundgeben, wie wenn jemand aus einer Sammlung von Biographieen die Geschichte der Völker construiren wollte. Erst wenn wir die von der Ontogenie aufgedeckten Thatsachen in Beziehung mit dem vergleichend-anatomischen und palaeontologischen Materiale zu bringen suchen, erst wenn die Aussagen dieser beiden Instanzen kritisch gegen einander abgewogen werden, gelangen wir zu Erkenntnissen, welche sich genealogisch verwerthen lassen, indem sie uns eine Vorstellung von wirklich geschichtlichen Vorgängen geben. Den Werth der Ontogenie des Zahnsystemes aber in ihrem Zusammenwirken mit der Phylogenie dürften auch die vorhergehenden Untersuchungen erkennen lassen. Ich greife aus denselben nur ein Beispiel heraus: die auf verschiedenen Entwicklungsstufen stehenden, nie zur vollen Ausbildung kommenden Zahnanlagen in der Ante-Molarenreihe beim Erinaceus-Embryo (pag. 41—42), beim jungen Scalops (pag. 53) sowie bei verschiedenen Beutelthier-Jungen (pag. 106—107) haben wir als ebenso viele in der Ontogenie wiederkehrende Zeugen von Zahngebilden kennen gelernt, welche im Laufe der historischen Entwicklung unterdrückt worden sind. Das einstmalige Vorhandensein dieser Zähne kann durch die phylogenetische Forschung nur hypothetisch vorausgesetzt werden, durch die ontogenetische Untersuchung aber wird es zur wissenschaftlichen Thatsache erhoben. Von vielleicht noch grösserer principieller Bedeutung sind jene Fälle, wo die Ontogenie des Zahnsystems uns in gewissen historischen Vorgängen eine progressive Entwicklung erkennen lässt.

Durch Berücksichtigung der von der Embryologie gegebenen Gesichtspunkte und Aufschlüsse hoffe ich auch meinen phylogenetischen Untersuchungen, welche ich im zweiten Theile dieser Arbeit den Fachgenossen vorzulegen gedenke, eine gesicherte Basis geben zu können.

Verzeichniss der citirten Literatur.

Ballowitz: Das Schmelzorgan der Edentaten, seine Ausbildung im Embryo und die Persistenz seines Keimrandes bei dem erwachsenen Thiere. Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. 40. 1892.

Baume: Versuch einer Entwicklungsgeschichte des Gebisses. 1882.

Beauregard: Considérations sur les deux dentitions des mammifères. Compt. rend. et mém. de la Société de Biologie. 1888.

van Beneden, P. J.: Sur les dents de lait de l'Otaria pusilla. Bulletins de l'Académie roy. de Belgique. T. 31. 1871.

Blainville: Ostéographie. Insectivores. 1839.

Blasius: Naturgeschichte der Säugethiere Deutschlands. 1857.

Brandt, Ed.: Untersuchungen über das Gebiss der Spitzmäuse (Fortsetzung). Bulletin de la Soc. imp. des Naturalistes de Moscou 1871 No. 3—4.

v. Brunn: Ueber die Ausdehnung des Schmelzorgans und seine Bedeutung für die Zahnbildung. Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. 29. 1887.

Carlsson: Ueber die Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen. Zoologische Jahrbücher. Abth. f. Morphologie. Bd. 8. 1894.

Clark: On a Sea-Lion from the East Coast of Australia (Otaria cinerea). Proceed. Zool. Soc. London 1884.

Cope: The mechanical causes of the origin of the dentition of the Rodentia. American Naturalist. Bd. 22. 1888.

„ (II): On the Permanent an Temporary Dentitions of certain Three-toed Horses. Ibid. Bd. 26. 1892.

Cuvier-Duvernoy: Anatomie comparée. 2 édit. Bd. 4. 1835.

Dobson: A Monograph of the Insectivora, Systematic and Anatomical. 1882—83.

„ (II): Catalogue of the Chiroptera in British Museum. 1878.

Duvernoy: Sur les dents des musaraignes. 1844.

Filhol: Recherches sur les Phosphorites du Quercy. Annales des sciences géologiques. Bd. 7. 1877.

Flower (I): On the Elephant Seal, Macrorhinus leoninus. Proceed. Zool. Soc. London 1881.

„ (II): Remarks on the homologies and notation of the teeth of the Mammalia. Journ. of Anatomy and Physiol. Vol. 3. 1869.

„ (III): On the Development and Succession of the Teeth in the Marsupialia. Phil. Transact. Roy. Soc. London 1867.

„ (IV): On the Development and Succession of the teeth in Dasypodidae. Proceed. Zool. Soc. London 1868.

Flower & Lydekker: Mammals living and extinct. London 1891.

Gegenbaur: Besprechung von: Baume, Versuch einer Entwicklungsgeschichte des Gebisses. Morphol. Jahrbuch. Bd. 8. 1883.

Gervais (I): Remarque au sujet du système dentaire de l'aï. Journal de zoologie. Bd. 2. 1873.

„ (II): in: Castelnau, Expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud. Zoologie. 1855.

Giebel: Die Säugethiere in zoologischer, anatomischer und palaeontologischer Beziehung. Leipzig 1855.

Günther: Notes on some Japanese Mammalia. Proceed. Zool. Soc. London 1880.

Hensel: Zur Kenntniss der Zahnformel für die Gattung Sus. Nova Acta Leop. Carol. Acad. 1875.

Hertz: Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Virchow's Archiv f. pathologische Anatomie. Bd. 37. 1866.

Hoffmann: Ueber die Entwicklung des Kronencementes an den Backenzähnen der Wiederkäuer mit Berücksichtigung der Zahnentwicklung im Allgemeinen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 58. 1894.

Huxley: On the Application of the Laws of Evolution to the Arrangement of the Vertebrata. Proceed. Zool. Soc. London 1880.

Jaekel: Ueber sogenannte Faltenzähne und complicirtere Zahnbildungen überhaupt. Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 1894. No. 5.

Kober: Studien über Talpa europaea. Verhandlungen der naturforsch. Gesellschaft in Basel. Bd. 7. (1882—84.)

Koken: Die Bezahnung von Teju teguixim. Sitzungsb. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin. 1887.

Kölliker (I): Die Entwicklung der Zahnsäckchen der Wiederkäuer. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 12. 1863.

„ (II): Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. Zweite Aufl. 1879.

„ (III): Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. 1880.

Kollmann: Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 20. 1870.

Kowalewsky, W.: Monographie der Gattung Anthracotherium. Palaeontographica. Bd. 22. 1876.

Kükenthal (I): Das Gebiss von Didelphys. Anatomischer Anzeiger. VI. Jahrg. 1891.

„ (II): Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren. II. Theil. Denkschriften der medic.-naturw. Gesellschaft zu Jena. Bd. III. 1893.

„ (III): Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen am Pinnipediergebisse. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. 28. 1893.

„ (IV): Einige Bemerkungen über die Säugetierbezahnung. Anatomischer Anzeiger. VI. Jahrg. 1891.

„ (V): Ueber die Entstehung und Entwicklung des Säugetierstammes. Biologisches Centralblatt. Bd. XII. 1892.

„ (VI): Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Säugetierzähne. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. 26. 1892.

Lataste: Considérations sur les deux dentitions des mammifères. Mehrere Aufsätze in Compt. rend. et mém. de la Société de Biologie. 1888.

Leche (I): Studier öfver mjölkdentitionen och tändernas homologier hos Chiroptera. Lunds Universitets Årsskrift. Bd. 12. 1875. (Im Auszuge mitgetheilt im Archiv für Naturgeschichte. Jahrg. 43, Bd. 1.)

Leche (II): Zur Kenntniss des Milchgebisses und der Zahnhomologien bei Chiroptera. II. Theil. Lunds Universitets Årsskrift. Bd. 14. 1877 78.

„ (III): Studien über die Entwicklung des Zahnsystemes bei den Säugethieren. Morphol. Jahrbuch. Bd. 19. 1892.

„ (IV): Nachträge zu Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugethieren. Ibid. Bd. 20. 1893.

„ (V): Zur Charakteristik der extra-uterinen Entwicklung der Beutelthiere. Verhandlungen des Biologischen Vereins in Stockholm. Bd. 2. 1890.

„ (VI): Ueber die Zahnentwickelung von Iguana tuberculata. Anatomischer Anzeiger. Jahrg. 8. 1893.

„ (VII): Beiträge zur Anatomie des Myrmecobius fasciatus. Verhandl. des Biologischen Vereins in Stockholm. Bd. 3. 1891.

„ (VIII): Ueber die Säugethiergattung Galeopithecus. Eine morphologische Untersuchung. Svenska Vetenskaps-Akads. Handlingar. Stockholm. Bd. 21. 1886.

Lilljeborg: Bidrag till kännedomen om tandömsningen hos Otaria och Halichoerus. Årsskrift af Kongl. Vetenskaps-Soc. i Upsala. 1860.

Magitot: Remarques sur les deux dentitions des mammifères. Compt. rend. et mém. de la Société de Biologie.

Malm: Om mjölktänderna hos Arctocephalus nigrescens. Öfversigt af Svenska Vetenskaps-Akad. Förhandlingar. Stockholm 1872.

Mivart: Notes on the Osteology of the Insectivora. Journal of Anatomy and Physiology. Bd. 1, 2. (1866—1868.)

Morgenstern: Untersuchung über den Ursprung der bleibenden Zähne. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde. Jahrg. 2 u. 3. 1884—85.

Nehring: Ueber die Gebissentwicklung der Schweine. Landwirthschaftliche Jahrbücher 1888.

„ (II): Ueber das Gebiss und Skelet von Halichoerus grypus. Sitzungs-Berichte d. Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin 1883.

Osborn (I): Recent Researches upon the Succession

of the Teeth in Mammals. American Naturalist. Bd. 27. 1893.

Osborn (II): The History and Homologies of the Human Molar Cusps. Anatomischer Anzeiger. VII. Jahrg. 1892.

Owen: Odontography. 1840—45.

„ (II): Artikel „Teeth" in Todd's Cyclopedia of Anatomy and Physiology. 1849—52.

„ (III): The Anatomy of Vertebrates. Vol. III. London 1868.

Pouchet et **Chabry:** Contributions à l'odontologie des mammifères. Journal de l'anatomie et de la physiologie par Robin et Pouchet. 1884.

Poulton: The true teeth and the horny plates of Ornithorhynchus. Quart. Journal Microsp. Science. Vol. 29. 1889.

Reinhardt (I): Maelketandsaettet og Tandskiftningen hos Centetes ecaudatus. Oversigt over Danske Vid. Selsk. Forhandl. 1869.

„ (II): Tandforholdene hos Baeltedyrslaegten Dasypus Wglr. Vidensk. Meddel. fra d. Naturhistoriske Forening. Kjöbenhavn 1877.

„ (III): Om Klapmydsens ufödte Unge och dens Melketandsaet. Ibid. 1864.

„ (IV): Kaempedovendyr-Slaegten Coelodon. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. Kjöbenhavn 1878.

Röse (I): Ueber die Entwicklung der Zähne des Menschen. Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. 38. 1891.

„ (II): Ueber die Zahnentwickelung beim Menschen. Schweizerische Vierteljahrschrift für Zahnheilkunde. Bd. 2. 1892.

„ (III): Ueber die Zahnentwickelung der Crocodile. Morphologische Arbeiten herausgegeben von G. Schwalbe. Bd. 3. 1892.

„ (IV): Beiträge zur Zahnentwickelung der Edentaten. Anatom. Anzeiger. VII. Jahrg. 1892.

„ (V): Ueber rudimentäre Zahnanlagen der Gattung Manis. Anatomischer Anzeiger. VII. Jahrg. 1892.

„ (VI): Ueber die Zahnentwickelung der Beutelthiere. Ibid. VII. Jahrg. 1892.

„ (VII): Berichtigung (zur vorigen Arbeit VI). Ibid. VIII. Jahrg. 1892.

„ (VIII): Ueber die Zahnentwickelung von Phascolomys Wombat. Sitzungsb. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Bd. 38. 1893.

Röse (IX): Zur Phylogenie des Säugetiergebisses. Biologisches Centralblatt. Bd. 12. 1892.

„ (X): Ueber die erste Anlage der Zahnleiste beim Menschen. Anatomischer Anzeiger. VIII. Jahrg. 1893.

„ (XI): Ueber die Zahnentwickelung der Reptilien. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde. Bd. 10. 1892.

„ (XII): Ueber die Zahnentwickelung der Fische. Anatomischer Anzeiger. IX. Bd. 1894.

„ (XIII): Ueber den Zahnbau und Zahnwechsel von Elephas indicus. Morphologische Arbeiten herausgegeben von G. Schwalbe. Bd. 3. 1893.

Rost: Versuch einer Phylogenie des Gebisses. Inauguraldissertation. Jena 1883.

Rousseau (I): Anatomie comparée du système dentaire.

„ (II): Mémoire zoologique et anatomique sur la Chauve-Souris commune. 1838.

Sahlertz: Tandsaettet og Tandskiftet hos Pindsvinet (Erinaceus europaeus). Vidensk. Meddel. fra d. Naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn 1871.

„ (II): Om nogle Anomalier i Saelernes Tandsaet. Ibid. 1877 (1878.)

„ (III): Retardirte Milchzähne. Zoologischer Anzeiger. I. Jahrg. 1878.

Scheidt: Morphologie und Ontogenie des Gebisses der Hauskatze. Morphol. Jahrbuch Bd. 21. 1894.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, Chiropteren, Insectivoren, Marsupialier, Creodonten und Carnivoren des europäischen Tertiärs. Wien 1887—1890.

„ (II): Beiträge zur Stammesgeschichte der Hufthiere und Versuch einer Systematik der Paar- und Unpaarhufer. Morphol. Jahrbuch Bd. 12. 1887.

„ (III): Ueber die Deutung des Milchgebisses der Säugethiere. Verhandl. d. deutschen odontol. Gesellsch. Bd. IV.

Schmidt, O.: Die Säugethiere in ihrem Verhältniss zur Vorwelt. Internationale wissenschaftliche Bibliothek. Bd. 65. 1884.

Schwalbe (I): Ueber eine seltene Anomalie des Milchgebisses beim Menschen und ihre Bedeutung für die Lehre von den Dentitionen. Morphologische Arbeiten von G. Schwalbe. Bd. 3. 1894.

Schwalbe (II): Ueber Theorien der Dentition. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der 8. Versamml. in Strassburg 1894.

Schwink: Ueber den Zwischenkiefer und seine Nachbarorgane bei Säugethieren. München 1888.

Spence Bate: On the Dentition of the Common Mole (Talpa europaea). Annals and Mag. of Natural History Bd. 19. 1867; Abstract of a paper read at the Odontological Society of Great Britain 1867.

Steenstrup: Maelketandsaettet hos Phoca barbata, Ph. groenlandica og Ph. hispida og i Anledning deraf nogle Bemaerkninger om Tandsystemet hos to fossile Slaegter (Hyaenodon og Pterodon). Vidensk. Meddel. fra d. Naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn. 1860 (1861).

Stewart: On a Specimen of the True Teeth of Ornithorhynchus. Quarterly Journal Microscop. Science. Vol. 33. 1891.

Sundwall: Öfversigt af slägtet Erinaceus. Svenska Vetenskaps-Akad's. Handlingar. Stockholm 1842.

Tauber (I): Om Tandsaet og Levemaade hos de danske Flagermuus og Insektaedere. Naturhistorisk Tidskrift Bd. 8. 1872—1873.

„ (II): Tanddannelse og Tandutvikling hos Hvirveldyrene. Ibid. Bd. 10. 1876.

„ (III): Om et hidtil ikke bemaerket Forhold ved Pungabernes Tandskifte. Ibid. Bd. 8. 1872.

Tenow: Bidrag till kännedomen om tandömsningen hos slägtet Phoca. Bihang Svenska Vetenskaps-Akad.'s Handlingar. Bd. 3. 1875.

Thomas (I): On the homologies and succession of the teeth of the Dasyuridae; evolution of mammalian teeth in general. Philos. Transact. of Royal Soc. of London. Vol. 178. 1887.

„ (II): A Milkdentition in Orycteropus. Proceed. Royal Soc. London. Vol. 47. 1890.

„ (III): On the insectivorous genus Echinops Martin, with notes on the dentition of the allied genera. Proceed. Zool. Soc. London 1892.

„ (IV): On te Milk-dentition of the Koala. Ibid. 1887.

Thomas (V): Notes on Dr. W. Kükenthal's Discoveries in Mammalian Dentition. Annals u. Mag. Natural History. 1892.

„ (VI): Catalogue of the Marsupialia and Monotremata in the British Museum. 1888.

Tomes (I): Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Säugethiere; bearbeitet von Hollaender. 1877.

„ (II): On the existence of an enamel organ in a armadillo (Tatusia peba). Quarterly Journal of Microscopical Science. N. S. No. 53. 1874.

Vogt u. **Specht:** Die Säugethiere in Wort und Bild. 1883.

Waldeyer: Bau und Entwicklung der Zähne. In: Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. 1. 1871.

Waterhouse: Natural History of the Mammalia. Vol. I. Marsupiata. London 1846.

Winge (I): Om Pattedyrenes Tandskifte isaer med Hensyn til Taendernes Former. Vidensk. Meddel. fra d. Naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn. 1882.

„ (II): Jordfundne og nulevende Flagermus (Chiroptera) fra Lagoa Santa. Kjöbenhavn 1892.

„ (III): Jordfundne og nulevende Pungdyr (Marsupialia) fra Lagoa Santa. Kjöbenhavn 1893.

Woodward, M. F. (I): On the Milk-Dentition of Procavia capensis and of the Rabbit (Lepus cuniculus), with Remarks on the Relation of the Milk and Permanent Dentitions of the Mammalia. Proceed. Zool. Soc. London 1892.

„ „ (II): Contributions to the Study of Mammalian Dentition. Part. I. On the Development of the Teeth of the Macropodidae. Ibid. 1893.

Tafel I.

Erinaceus europaeus.

Unterkiefer.

Gemeinsame Bezeichnungen: c Anlage des Unterkieferknochens. Cm Meckel'scher Knorpel. Lp Lippenfurche.

Fig. 1. Stadium B'. Vorderster Theil der Schmelzleiste (Sl). Frontalschnitt.

Fig. 2. „ „ Jd 2. Frontalschn.

Fig. 3. „ „ P 3, in seiner grössten Dimension getroffen. Oll oberflächliche labiale Leiste. Frontalschn.

Fig. 4. „ „ Frontalschn. durch das hintere Ende des P 3.

Fig. 5. „ „ Frontalschn. durch die Schmelzleiste zwischen P 3 und Pd 4.

Fig. 5'. Stadium B. Frontalschn. durch die Schmelzleiste zwischen P 3 und Pd 4 mit labialwärts abgehendem Zapfen (x); vergleiche den Text pag. 15. Die rechte Seite vom Leser entspricht in dieser Figur der labialen Fläche.

Fig. 6. Stadium B'. Frontalschn. durch Pd 4, in seiner grössten Dimension getroffen. Der Schnitt ist in seinem oberflächlichen Theile etwas beschädigt.

Fig. 7. Stadium C. Frontalschn. durch Jd 2. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste. Einige oberflächliche Epithelzellen sind weggefallen.

Vergrösserung 100.

Für diese ebenso wie für die folgenden Tafeln gilt:

Alle Figuren sind mit Hilfe der Camera lucida entworfen und weder schematisirt noch, falls nicht ausdrücklich bemerkt, aus mehreren Schnitten combinirt. Einzelheiten sind bei stärkerer Vergrösserung eingezeichnet.

Alle Frontalschnitte sind so orientirt, dass die rechte Seite vom Leser der lingualen Fläche, die linke der labialen entspricht; Ausnahmen hiervon werden besonders angegeben.

Das Knochengewebe ist überall durch gelbe, der Meckel'sche Knorpel durch blaue Farbe wiedergegeben.

Tafel II.

Erinaceus europaeus.

Unterkiefer.

Gemeinsame Bezeichnungen: a durch die Härtung entstandene Lücken zwischen Zahnbeinkeim und Schmelzkeim. Cm Meckel'scher Knorpel. Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste. Zf Zahnfurche. Zs Zahnsäckchen. Zw Zahnwall.

Fig. 8—10. Stadium C. Drei mit kurzen Zwischenräumen auf einander folgende Frontalschnitte, welche das Verhalten der Schmelzleiste zum glockenförmigen Schmelzkeim des Pd 4 zeigen. Fig. 8 vorderstes Ende des Pd 4; Fig. 9 Schnitt durch die vordere Hälfte, 10 nahe der Mitte des Pd 4.

Fig. 11—12. Stadium C. Sagittalschnitte Fig. 11 durch den vorderen und Fig. 12 durch den hinteren Theil des Unterkiefers.

Fig. 13. Stadium D. Schmelzkeim des J 1. Frontalschn.

Fig. 14. „ E. „ „ „ „

Fig. 8—10, 13 und 14: Vergrösserung 100; Fig. 11—12: Vergrösserung 30.

Tafel III.

Erinaceus euroaeus.

Unterkiefer.

Fig. 15. Stadium E. Frontalschnitt durch die Zahnanlage des Pd 4 mit Schmelzleiste (Sl) und dem leicht angeschwollenen Ende derselben, welches die erste Anlage des Schmelzkeims (Sk) des P 4 repräsentirt. Vergrösserung 100.

Fig. 16. Stadium E. Horizontalschnitt durch den Unterkiefer, nach zwei auf einander folgenden Schnitten gezeichnet. Sl Schmelzleiste. Vergrösserung 30.

Fig. 17—19. Stadium F. Drei Frontalschnitte um die Entstehung eines nie zur Reife gelangenden, oberflächlichen Schmelzkeims über dem hintern Ende des Pd 4 zu zeigen. Vergleiche den Text pag. 23.

Tafel IV.

Erinaceus europaeus.

Unterkiefer.

Gemeinsame Bezeichnungen: Cm Meckel'scher Knorpel. Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes End der Schmelzleiste.

Fig. 20—21. Stadium F. Zwei mit kurzem Zwischenraum auf einander folgende Frontalschnitte durch das hintere Ende des Jd 2 und durch die mit demselben verbundene Schmelzleiste um die Entwicklung des Schmelzkeims (Sk) des J 2 aus dem untern Ende der Schmelzleiste, sowie (Fig. 21) die Lücke zwischen letzterem und dem oberflächlichen Theil der Schmelzleiste (o Sl) zu zeigen.

Fig. 22. Stadium F. Fast glockenförmiger Schmelzkeim des J 3, oberflächlich vom Wurzeltheile des Jd 2.

Fig. 23. „ F. Frontalschnitt durch Pd 4 und durch die Anlage des P 4; zum Vergleich mit Fig. 15.

Fig. 24. „ F. Oberflächlicher Theil des M 1.

Fig. 25. „ F. Oberflächlicher Theil des M 2 (letzterer als M 1 bezeichnet).

Fig. 26. „ F. Knospenförmiger Schmelzkeim des M 3 über dem M 2.

Fig. 27. „ G. Rest des Schmelzkeims des J 1, in Auflösung begriffen. Vergleiche Fig. 13 und 14.

Fig. 28. „ G. C und das Schmelzkeim-ähnlich angeschwollene, tiefe Ende der Schmelzleiste (Sl' Sk); vergleiche den Text pag. 26.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.

Fig. 20—23, 26—28: Vergrösserung 100; Fig. 24, 25: Vergrösserung 70.

In Fig. 20—23, 26, 28 ist vom Mundhöhlenepithel nur die tiefste Schichte gezeichnet.

Tafel V.

Erinaceus europaeus.

Unterkiefer.

Gemeinsame Bezeichnungen: Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 29—30. Stadium G. Fast kappenförmiger Schmelzkeim (Sk) lingualwärts vom J 3. Vergrösserung 100.

Fig. 31 a. Stadium G. P 4 auf dem kappenförmigen Schmelzkeimstadium. Vergrösserung 50. Fig. 31 b derselbe in grösserer Skala (Vergrösserung 80) um die Gestalt und Anordnung der Zellen zu zeigen. Zw Zahnwall.

Fig. 32. Stadium G. Oberflächlicher Theil des M 1 mit der Schmelzleiste. Vergrösserung 50.

Fig. 33. „ F. Sagittalschnitt durch den hintern Theil des Unterkiefers um die Entwicklung des M 3 aus dem hintern Ende der Schmelzleiste oberflächlich vom M 2 zu zeigen. Vergleiche Fig. 26.

Fig. 34. Stadium H. Schmelzkeim des J 2.

Fig. 35. „ H. Schmelzleiste mit Schmelzkeim-ähnlicher Anschwellung neben J 3. Vergrösserung 50.

Fig. 36. „ H. Fast glockenförmiger Schmelzkeim des P 4. Vergrösserung 100.

Alle Figuren ausser Fig. 33 stellen Frontalschnitte dar.

In Fig. 29, 30 und 34 ist vom Mundhöhlenepithel nur die tiefste Schichte gezeichnet.

Tafel VI.

Erinaceus europaeus.

Oberkiefer.

Gemeinsame Bezeichnungen: Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 37—40. Stadium C. Vier hinter einander folgende Frontalschnitte durch den Schmelzkeim des J 3 und durch die mit der Schmelzleiste desselben zusammenhängende oberflächliche labiale Leiste (Oll). Vergleiche den Text pag. 28.

Fig. 41. Stadium D. Glockenförmiger Schmelzkeim des Cd.

Fig. 42. „ E. Glockenförmiger Schmelzkeim des Cd.

Fig. 43—44. Stadium F. Schmelzkeim des J 3; aus der in Fig. 37—40 wiedergegebenen labialen Leiste hat sich ein knospenförmiger Schmelzkeim (Jd 3) entwickelt. In Fig. 43 geht der Schnitt etwa durch die Mitte, in Fig. 44 durch die hintere Hälfte des J 3. Vergleiche den Text pag. 30.

Fig. 45. Stadium F. Cd und C.

Fig. 46—47. Stadium F. Pd 4: Fig. 46 vorderes, Fig. 47 hinteres Ende.

Fig. 48. Stadium F. Schmelzleiste und oberflächlicher Theil des M 1. b Rest des Verbindungsstranges zwischen M 1 und der Schmelzleiste. Die rechte Seite vom Leser entspricht in dieser Figur der labialen Fläche.

Fig. 49. Stadium G. J 3. Siehe den Text pag. 31. Fig. 49' Sl' stärker vergrössert.

Fig. 50—51. Stadium G. Cd: Fig. 50 etwa durch die Mitte, Fig. 51 durch das hintere Ende desselben.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.

Fig. 37—49: Vergrösserung 50; Fig. 50, 51: Vergrösserung 30.

Tafel VII.

Erinaceus europaeus.

Oberkiefer.

Gemeinsame Bezeichnung: Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 52. Stadium H. J 3 und degenerirter Jd 3. Vergleiche den Text pag. 32. Fig. 52' Jd 3 und Schmelzleiste stärker vergrössert.
Fig. 53. Stadium H. C.
Fig. 54. „ H. Pd 3 und erste Anlage (Sk) des P 3.
Fig. 55. „ H. Pd 4 und glockenförmiger Schmelzkeim des P 4.
Fig. 56. „ H. Oberflächlicher Theil des M 1 in Verbindung mit der Schmelzleiste.
Fig. 57—58. Stadium J. Pd 3 und P 3. Fig. 58 einige Schnitte hinter Fig. 57 um die Reste der Schmelzleiste (Sl) zu zeigen.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.
Fig. 52: Vergrösserung 50; Fig. 53—58: Vergrösserung 30.

Tafel VIII.

Felis domestica.

Unterkiefer.

Gemeinsame Bezeichnung: Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 58. Stadium A. Cd und C. a Verbindungsstrang zwischen dem Schmelzkeime des Cd und der Schmelzleiste (Sl).

Fig. 59—60. Stadium B. Dieselben Zahnanlagen. Frontalschnitte: Fig. 59 durch den vordern Theil des C, Fig. 60 durch die Mitte desselben.

Fig. 61. Stadium C. Dieselben Zahnanlagen.

Fig. 62. „ B. Pd 3 und Schmelzleiste. a Rest des Verbindungsstranges zwischen dem Schmelzkeim des Pd 3 und der Schmelzleiste.

Fig. 63. Stadium B. Pd 3 und knospenförmige Anlage (Sk) des P 3 nach einem Schnitte hinter dem in Fig. 62 dargestellten.

Fig. 64. Stadium C. Pd 3 und kappenförmiger Schmelzkeim des P 3.

Fig. 65 a—e. Fig. 66 a, b. Stadium B. Fünf dicht auf einander folgende Schnitte durch die Schmelzleiste hinter der Anlage des P 4, um die Bildung der „Epithelnester" zu zeigen.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.

Fig. 58—61, 64: Vergrösserung 30; Fig. 62, 63, 65, 66: Vergrösserung 20.

Tafel IX.

Felis domestica.

Unterkiefer.

Fig. 67—68. Stadium C. Zwei dicht auf einander folgende Frontalschnitte durch die Schmelzleiste mit Schmelzkeim-ähnlicher Anschwellung (Sl') oberflächlich vom hintern Theile des Pd 4. Vergrösserung 50.

Fig. 69. Stadium B. Frontalschnitt durch den vordersten Theil von M 1. Sl' Schmelzleistenende. Vergrösserung 50.

Phoca groenlandica.

Fig. 70. Stadium C. Oberkiefer. Frontalschnitt durch Cd und C. Sl Schmelzleiste.

Fig. 71. „ C. „ Frontalschnitt durch P 1 (Pm 1).

Fig. 72. „ C. „ Frontalschnitt durch Pd 3 und die knospenförmige Anlage des P 3 (Sl'). e Epithelperle.

Fig. 73. Stadium D. Unterkiefer. Frontalschnitt durch M 1 und durch die Schmelzleiste mit Schmelzkeim-ähnlicher Anschwellung des Schmelzleistenendes (Sl'). Vergleiche den Text pag. 65.

Fig. 74. Stadium D. Oberkiefer. Frontalschnitt durch P 1. Sl oberflächliche Reste der Schmelzleiste. Sl' Schmelzkeim-ähnliche Anschwellung des Schmelzleistenendes. Vergleiche den Text pag. 65.

Fig. 70—74: Vergrösserung 30.

Tafel X.

Phoca groenlandica.

Fig. 75. Stadium C. Unterkiefer. Frontalschnitt durch M 1.
Fig. 76. „ D. Oberkiefer. Frontalschnitt durch M 1 und den glockenförmigen „Ersatz-Schmelzkeim“ (x) desselben. Sl' durchlöcherte Schmelzleiste.
Fig. 77. Stadium E. Oberkiefer. Frontalschnitt durch M 1 und durch den reduzirten „Ersatz-Schmelzkeim“ (x) desselben. Sl Schmelzleiste.

Fig. 75—77: Vergrösserung 30.

Phyllostoma hastatum.

Gemeinsame Bezeichnungen: Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 78. Stadium A. Unterkiefer. Cd und C (die Bezeichnungen sind in der Figur verwechselt worden).
Fig. 79. „ A. „ Pd 3 (bezeichnet Pd 2) und P 3.
Fig. 80. „ A. „ M 2 (nur angedeutet) und M 3.
Fig. 81. „ A. Oberkiefer. Cd und C.
Fig. 82. „ A. „ Pd 1 oberflächlich vom hinteren Theile des Cd und C.
Fig. 83. „ A. „ Cd, C, Pd 2 und P 2.

Fig. 78—83 stellen Frontalschnitte dar; Vergrösserung 30.

Tafel XI.

Phyllostoma hastatum.

Gemeinsame Bezeichnungen: Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 84. Stadium B. Unterkiefer. Pd 2 und P 3.

Fig. 85—87. Stadium B. Unterkiefer. Drei in kurzen Zwischenräumen auf einander folgende Schnitte, um die Lageverhältnisse zwischen M 1 und der Schmelzleiste zu zeigen.

Fig. 88. Stadium B. Unterkiefer. M 1.

Fig. 89. „ B. Oberkiefer. Cd, C und Pd 1. Die Lage des P 2 ist angedeutet.

Fig. 90. „ B. „ P 3. a Verbindungsleiste zwischen dem Schmelzkeim des letzteren und der Schmelzleiste.

Alle Figuren sind Frontalschnitte; Vergrösserung 30.

Tafel XII.

Gemeinsame Bezeichnungen: Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Desmodus rufus.

Fig. 91—92. Stadium A. Oberkiefer. Zwei mit kurzem Zwischenraum auf einander folgende Schnitte durch Pd 3 (bezeichnet als Pd 2) mit Epithelialleiste (x). Vergleiche den Text pag. 78. Die rechte Seite vom Leser entspricht in diesen beiden Figuren der labialen Fläche.

Fig. 93. Stadium C. Unterkiefer. Jd 1 und J 1.

Fig. 94. „ C. „ Vorderer Theil des P 1.

Fig. 95. „ C. „ Hinteres Ende des P 1.

Fig. 96. „ C. „ Pd 3 (bezeichnet als Pd 2) und P 3 (Pm 3).

Fig. 97. „ C. Oberkiefer. Jd 1 und J 1.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar; Vergrösserung 40.

Bradypus.

Unterkiefer.

Fig. 98. Stadium A. Zahn 1. mit Pigment im Schmelzkeim.

Fig. 99. „ A. „ 3.

Fig. 100. „ B. „ 1.

Fig. 101. „ B. „ 5.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar; Vergrösserung 50.

Tafel XIII.

Didelphys marsupialis.

Gemeinsame Bezeichnungen: Sl Schmelzleiste. Sl' tiefes Ende der Schmelzleiste.

Fig. 102. Stadium B. Kappenförmiger Schmelzkeim eines Backzahnes. Die Abbildung zeigt die oberflächliche Lage desselben.

Fig. 103. Stadium C. Vorderster Theil des Cd sowie knospenförmiger Schmelzkeim des C.

Fig. 104. „ C. Frontalschnitt etwa durch die Mitte des Cd.

Fig. 105. „ C. Vorderes Ende des Schmelzkeims von Jd 1 mit labialwärts von der Schmelzleiste ausgehenden, oberflächlichen Leisten (a, b). Vergleiche den Text pag. 85.

Fig. 106. Stadium C. Jd 1 mit deutlich vortretendem tiefen Schmelzleistenende (Sl').

Fig. 107—109. Stadium C. Drei mit kurzen Zwischenräumen hinter einander folgende Frontalschnitte durch den vorderen Theil des M 1.

Fig. 110—112. Stadium C. Drei unmittelbar auf einander folgende Frontalschnitte durch P 3.

Fig. 113. Stadium E. M 1. Vergleiche den Text pag. 86.

Fig. 114. „ E. M 2 mit Schmelzleiste.

Fig. 115. „ D. Pd 2 mit Schmelzleiste. Vergleiche den Text pag. 86.

Fig. 116. „ C. Pd 2 und P 2 zum Vergleiche mit denselben Zahnanlagen auf dem Stadium D und F (Fig. 118 u. 119).

Sämmtliche Figuren stellen Frontalschnitte dar, Fig. 102 durch den Oberkiefer, Fig. 103—116 durch den Unterkiefer.

Fig. 102, 104, 106—113, 115, 116: Vergrösserung 30; Fig. 103, 105, 114: Vergrösserung 50.

Tafel XIV.

Didelphys marsupialis.

Fig. 117. Stadium D. Schmelzkeim des P 3.
Fig. 118. „ D. Pd 2 und P 2.
Fig. 119. „ F. Hinteres Ende des Pd 1 (auf der Figur irrthümlicherweise als Pd 2 bezeichnet) und P 2.
Fig. 120. „ F. Vorderes Ende des M 2 und Schmelzleiste (Sl) mit Schmelzkeim (Sl') sowie Rest des Verbindungsstranges (b) zwischen Schmelzleiste und M 2.
Fig. 121. Stadium G. Vorderer Theil des Jd 1 und Schmelzkeim des J 1. e „Epithelnest".
Fig. 122. „ G. Hinteres Ende des Pd 1 und Schmelzkeim des P 2.
Fig. 123. „ B. Pd 3. l die zur Bildung des Saugmundes vereinigten Lippen. Die rechte Seite vom Leser entspricht in dieser Figur der labialen Fläche.
Fig. 124. Stadium C. M 1 mit Schmelzleiste (Sl) und freies Schmelzleistenende (Sl'). Vergleiche den Text pag. 88.
Fig. 125. Stadium E. Vorderes Ende des Pd 3 und kappenförmiger Schmelzkeim des P 3.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar, Fig. 117—122 durch den Unterkiefer, Fig. 123—125 durch den Oberkiefer. Vergrösserung 30.

Myrmecobius fasciatus.

Unterkiefer.

Fig. 126. Jd 1 und 2 sowie verkalkter, rudimentärer Schneidezahn der vorhergehenden Dentition (J). Vergleiche den Text pag. 90. Die Figur ist nach zwei auf einander folgenden Frontalschnitten gezeichnet.
Fig. 127. Cd und verkalkter, rudimentärer Eckzahn der vorhergehenden Dentition (C); nach zwei auf einander folgenden Frontalschnitten gezeichnet.
Fig. 128. Frontalschnitt durch Pd 3 mit freiem Schmelzleistenende (Sl').

Vergrösserung 50.

Tafel XV.

Myrmecobius fasciatus.

Fig. 129. Oberer Jd 1 und verkalkter, rudimentärer Schneidezahn der vorhergehenden Dentition (Jx). Vergleiche den Text pag. 90. Sl Schmelzleiste. Die Figur ist nach zwei auf einander folgenden Frontalschnitten gezeichnet. Um die Orientirung zu erleichtern ist ein Theil der Lippenhaut mit dargestellt. Der Nasenknorpel ist blau dargestellt.

Fig. 130. Frontalschnitt durch den vorderen Theil des oberen Jd 3 mit der labialwärts abgehenden Schmelzleiste (Oll).

Vergrösserung 50.

Anguis fragilis.

Fig. 131. Frontalschnitt durch den vorderen Theil des Unterkiefers eines 25 Mm. langen Embryos.

Vergrösserung 100.

Trichosurus vulpecula.

Fig. 132—135. Stadium B. Vier mit kurzen Zwischenräumen auf einander folgende Frontalschnitte durch den Oberkiefer um die Beziehungen der Schmelzleiste zu Pd 3 und P3 zu zeigen. b Rest des Verbindungsstranges zwischen Schmelzleiste (Sl) und Pd 3.

Vergrösserung 30.

Tafel XVI.

Trichosurus vulpecula.

Gemeinsame Bezeichnung: Sl Schmelzleiste.

Fig. 136. Stadium B. Oberkiefer. Die rückgebildete Anlage des Pd 2, oberflächlich von Pd 1. Fig. 136' Pd 2 stärker vergrössert.

Fig. 137. Stadium B. Unterkiefer. Jd 1 und rudimentäre Schmelzleiste mit knospenförmigem Schmelzkeim des J 1.

Fig. 138. Stadium B. Unterkiefer. Wurzeltheil des Jd 1 und napfförmiger Schmelzkeim des Pd 1.

Fig. 139. „ B. „ Obere Contour des M 1 und reduzirter Schmelzkeim (a) oberflächlich vom M 1. Sl Schmelzleiste. Vergleiche den Text pag. 94.

Phascolarctus cinereus.

Fig. 140. Unterkiefer. Pd 3 und P 3 mit Schmelzleiste, welche lingualwärts vom P 3 an ihrem tiefen Ende eine knospenförmige Anschwellung (P 3''') trägt.

Fig. 141. Oberkiefer. Jd 1 und Schmelzkeim-ähnliche Epithelpartie (J 1).

Fig. 142. „ Pd 3 und P 3.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar. Vergrösserung 30.

Tafel XVII.

Halmaturus ualabatus.

Fig. 143. Unterkiefer. Rudimentärer verkalkter Zahn vor Jd 1. Vergleiche den Text pag. 97.
Fig. 144. „ Vordere Spitze des Jd 1 und Schmelzkeim des J 1 (J). e Secundär vom Mundhöhlenepithel abgelöste Partie.
Fig. 145. Oberkiefer. Vorderste Spitze des Jd 1. Labialwärts von derselben rudimentärer verkalkter Zahn (a); vergleiche den Text pag. 97. Die rechte Seite vom Leser entspricht in dieser Figur der labialen Fläche.
Fig. 146. Oberkiefer. Hinteres Ende des Jd 1 und knospenförmiger J 1.
Fig. 147. „ Jd 3 und kappenförmiger J 3.
Fig. 148. „ Pd 2 und P 3 (P). Sl Rest der Schmelzleiste.

Tatusia.

Fig. 149. Stadium A. (Tat. peba) Unterkiefer. 8. Zahnanlage.
Fig. 150. „ B. (Tat. hybrida). Unterkiefer. Letzter der rudimentäreren Schmelzkeime.
Fig. 151—152. Stadium B (Tat. hybrida). Unterkiefer. Zwei unmittelbar auf einander folgende Schnitte um das Verhalten der Schmelzleiste zu zeigen.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.

Fig. 143—148: Vergrösserung 20; Fig. 149—152: Vergrösserung 35.

Tafel XVIII.

Tatusia.

Unterkiefer.

Fig. 153. Stadium B. (Tat. hybrida.) Der vorderste der persistirenden Zähne. Vergrösserung 35.

Fig. 154—156. Stadium C. (Tat. peba.) Drei mit kurzen Zwischenräumen auf einander folgende Schnitte; Fig. 155—156 der zweite der persistirenden Zähne. Vergrösserung 50.

Fig. 157. Stadium D. (Tat. peba.) Dritter rudimentärer Zahn. Vergrösserung 35.

Mensch.

Unterkiefer.

Fig. 158. Stadium A. (Embryo, 7 ½ Monate alt.) P d 1 und knospenförmiger Schmelzkeim des P 1 (Sl'). e. Epithelperle.

Fig. 159. Stadium B. (Embryo, 8 Monate alt.) Dieselben Zahnanlagen wie in Fig. 158.

Fig. 160. Stadium C. (Kind, 3 Monate 1 Tag alt.) Dieselben Zahnanlagen. 160 a. P 1 und Schmelzleiste stärker vergrössert.

Fig. 161. Stadium E. (Kind, 4 Monate 15 Tage alt.) Dieselben Zahnanlagen. 161 a P 1 stärker vergrössert zum Vergleiche mit Fig. 161 a.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.

Fig. 158—161: Vergrösserung 10.

Tafel XIX.

Mensch.

Unterkiefer.

Fig. 162. Stadium G. (Kind 8 Monate 10 Tage alt.) Schmelzkeim des P 1 mit Schmelzleiste: Sl'' Verbindungsstrang mit Pd 1.

Fig. 163. Stadium A. (Embryo, $7^1/_2$ Monate alt.) Pd 2 und schwache Andeutung des P 2 (Sl'). Sl'' Verbindungsstrang zwischen Schmelzleiste und Pd. 2.

Fig. 164. Stadium C. (Kind, 3 Monate 1 Tag alt). Pd 2 und knospenförmiger Schmelzkeim des P 2. 164a Letzterer stärker vergrössert.

Fig. 165. Stadium E. (Kind, 4 Monate 15 Tage alt.) Dieselben Zahnanlagen.

Fig. 166 „ C. (Kind, 3 Monate 1 Tag alt.) Pd 1 und Anlage eines überzähligen Prämolaren (Px).

Fig. 167 „ D. (Kind, 3 Monate 8 Tage alt). Ersatzeckzahn. Sl' das abgeschnürte tiefe Schmelzleistenende.

Fig. 168. Stadium B. (Embryo, 8 Monate alt.) Erster Molar (M 1) mit Schmelzleiste. Sl' tiefes Schmelzleistenende. a. Verbindungstheil mit M 1.

Fig. 169. Stadium C. (Kind, 3 Monate 1 Tag alt.) Schmelzleiste mit freiem, verdicktem Ende (Sl'). a. Verbindungsstrang mit dem ersten Molaren.

Alle Figuren stellen Frontalschnitte dar.

Fig. 162—168: Vergrösserung 10; Fig. 164a und 169: Vergrösserung ungefähr 100.

1
Lp
2
Lp
3
Lp
4
Lp
6
7
Lp

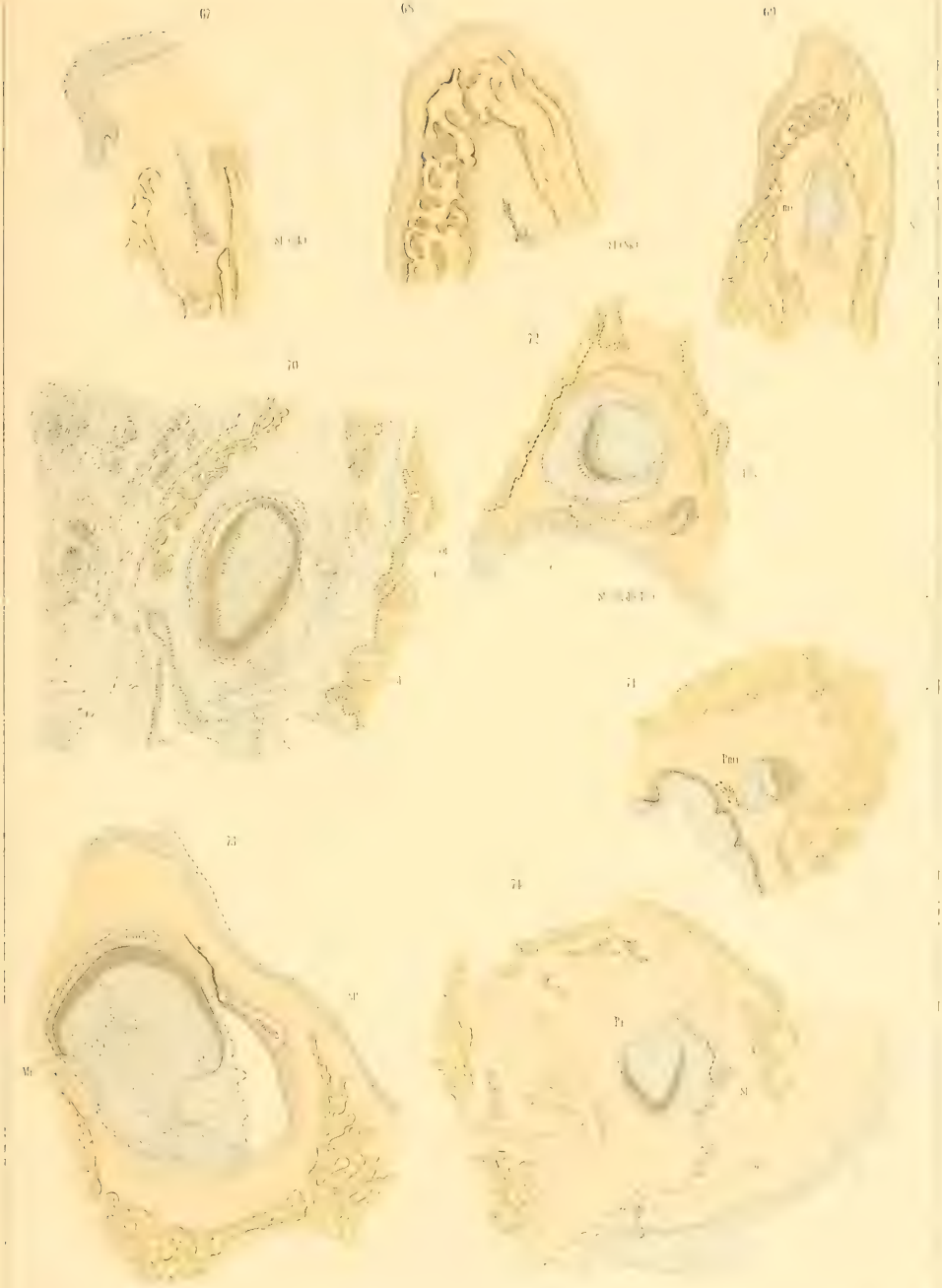
15.
19.
17
18.

20
21
28
SV (Sk des J2)
22
27
26
Sk des M3
24

J. Fuchsen del. Verlag v. Erwin Nagele, Stuttgart. Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

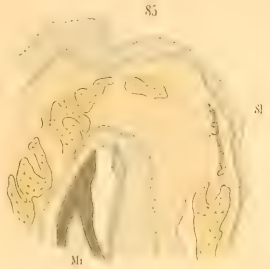
H Bundsen del
Verlag v. Erwin Nägele, Stuttgart
Artist Anst v Th Fischer Cassel

Verlag v. Erwin Nägele, Stuttgart
Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel



H. Bundsen del. Verlag v. Erwin Nagele, Stuttgart Art. et Aust. v. Th. Fischer.

Verlag v. Erwin Nägele, Stuttgart



H. Baumann del.
Verlag v. Erwin Nagele, Stuttgart.
Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel

Verlag v. Erwin Nägele, Stuttgart
Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel

102.
103.
104.
105.
107.
108.
109.
110.
111.
106.
115.
112.
114.
116.

155
158.
155
160
160a
161
Pl
Pl
Pl
Pl
157.

H. Bundoen del. Verlag von Ernst Kuhn Berlin Verlag & Werner

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben

von

Dr. Rud. Leuckart in Leipzig

und

Dr. Carl Chun in Breslau.

Heft

Prof. Dr. W. Leche:

Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethiere.

Lieferung 1.

Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele.

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben

von

Dr. Rud. Leuckart
in Leipzig.

und

Dr. Carl Chun
in Breslau.

Heft 17 II

Prof. Dr. W. Leche:

Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethiere.

Lieferung 2

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben

von

Dr. Rud. Leuckart
in **Leipzig.**

und

Dr. Carl Chun
in **Breslau.**

Heft 17. III.

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00717 8098